# الضواغط



# المحتويات

# إستخدامات الهواء المضغوط و الضواغط

**مقدمة :**

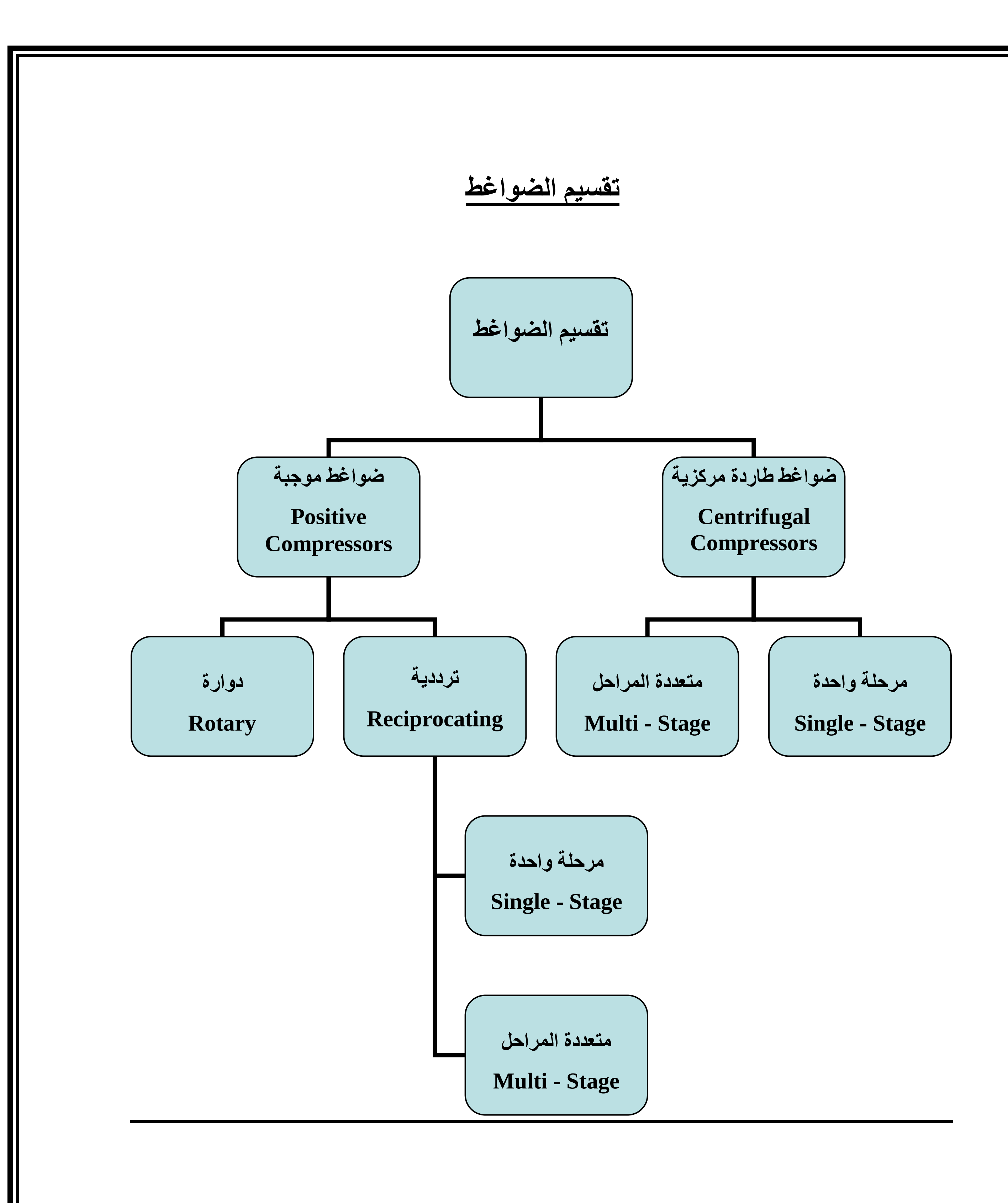
للهواء المضغوط استخدامات واسعة في كثير من المجالات وذلك لوفرته وسهولة الحصول عليه وقلة تكاليف ضغطه إذا قورن بالبخار.

**استخدامات الهواء المضغوط :**

1. تشغيل المثاقيب والمطارق والروافع .
2. ماكينات السفح بالرمال ( السنفرة ) .
3. أجهزة التحكم والقياس .
4. في عملية الاحتراق الداخلي للمحركات .
5. تشغيل المضخات والرشاشات .

**إستخدامات الضواغط :**

1. فصل مكونات الهواء ( الأكسجين – النيتروجين ) عن طريق الإنضغاط والتبريد حتى الإسالة .
2. نقل الغازات عبر الخطوط من أماكن الاستكشاف إلى المناطق السكنية والصناعية .
3. نقل الغازات في المصانع بين وحداتها المختلفة .
4. تستخدم في أجهزة التبريد والتكييف مثل الثلاجة المنزلية وأجهزة التكييف المركزي .




## الضواغط ذات الإزاحة الموجبة

# ( الضواغط الترددية )

إحـدى أنـواع الضـواغط ذات الإزاحـة الموجبـة والتـي تسـتخدم بكثـرة فـي مصـافي تكريـر البتـرول وفـي الصناعات البتروكيمياوية .

- الضواغط الترددية إما أن تستخدم في رفع ضغط الغاز أو الهواء للحصول على ضغط معين داخل مجمع أو لدائرة خواء الآلات الدقيق وهذا النوع يسمى Make – up compressors .

- و إما أن تستخدم الضواغط الترددية في الحفاظ على ضغط معين داخل دائرة بحيث لا يتم زيادة لضغط الغاز إلا طفيفة ويسمى الضاغط في هذه الحالة Recycle compressor .

**<u>تقسيم الضواغط الترددية :</u>**

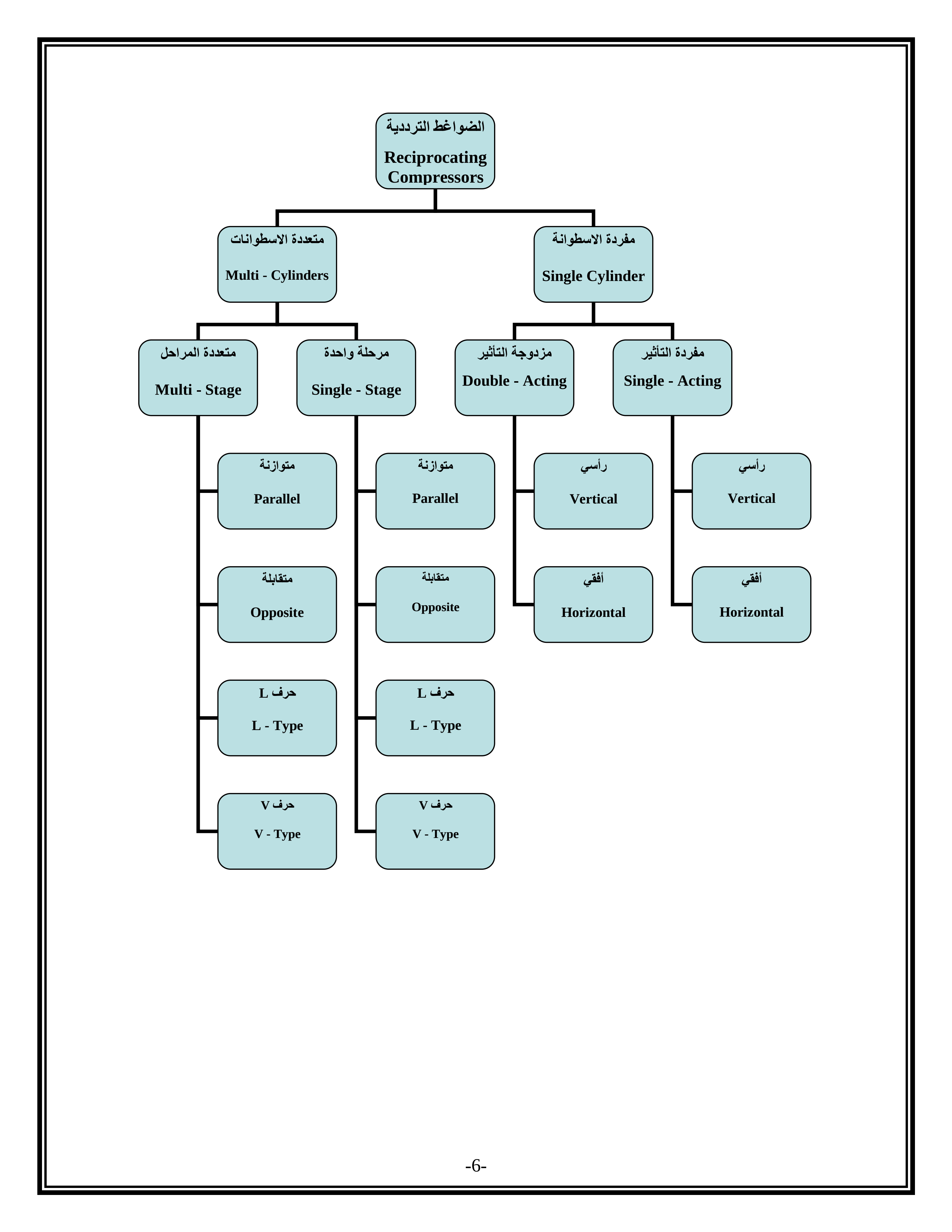
عند وصف الضاغط لابد أن يشما الوصف على ما يلي :

- **من حيث الشكل :**
  - ضواغط أفقية Horizontal compressors ( متوازية – متقابلة )
  - ضواغط رأسية Vertical compressors
  - ضواغط قائمة على شكل حرف L ( L – Type )
  - ضواغط على شكل حرف V ( V – Type )
- **من حيث عدد المراحل :**
  - مرحلة واحدة Single - stage
  - متعددة المراحل Multi – stage
- **من حيث تزييت الأسطوانات :**

  أي يتم تزييت على الاسطوانات أو لا يوجد تززيت ويكفي بجاكت من الماء ومن الممكن أن يكون هناك جاكت للماء مع تزييت الاسطوانات .
- من حيث طريقة نقل الحركة :
  - إما عن طريق سيور Belt drive
  - أو عم طؤيق صندوق التروس Gear box

**<u>محرك الضاغط الترددي :</u>**

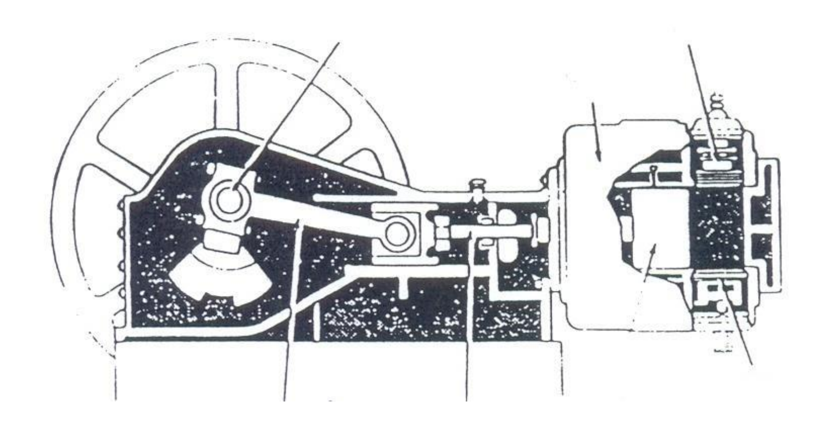
عادة ما يكون المحرك كهربائياً ولكن في بعض الحالات يستخدم لإدارة الضاغط تربينة بخاريـة ، كمـا توجد استخدامات للضاغط بمحرك ديزل.


الضواغط الترددية
Reciprocating Compressors
متعددة الاسطوانات
Multi - Cylinders
مفردة الاسطوانة
Single Cylinder
متعددة المراحل
Multi - Stage
مرحلة واحدة
Single - Stage
مزدوجة التأثير
Double - Acting
مفردة التأثير
Single - Acting
متوازنة
Parallel
متوازنة
Parallel
رأسي
Vertical
رأسي
Vertical
متقابلة
Opposite
متقابلة
Opposite
أفقي
Horizontal
أفقي
Horizontal
حرف L
L - Type
حرف L
L - Type
حرف V
V - Type
حرف V
V - Type

# تقسيم الضواغط الترددية من حيث الوضع وترتيب الأسطوانات

**أسطوانة أفقية :**

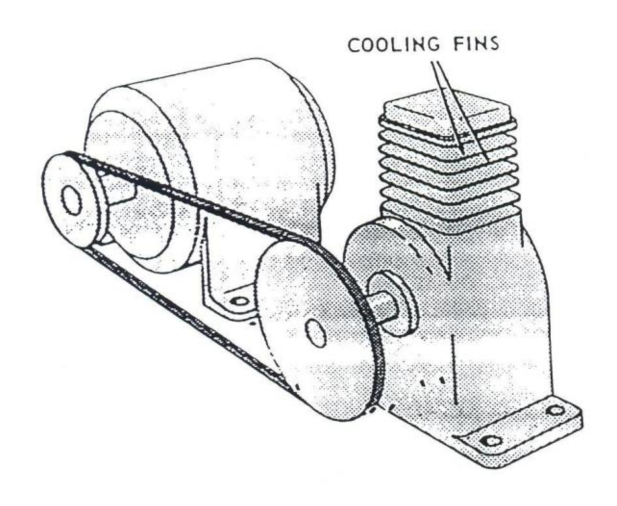
وفيه يكون عمود المكبس والمكبس والاسطوانة متوازية مع الأرض شكل رقم (1)



الشكل رقم ( ١ )

**أسطوانة رأسية :**

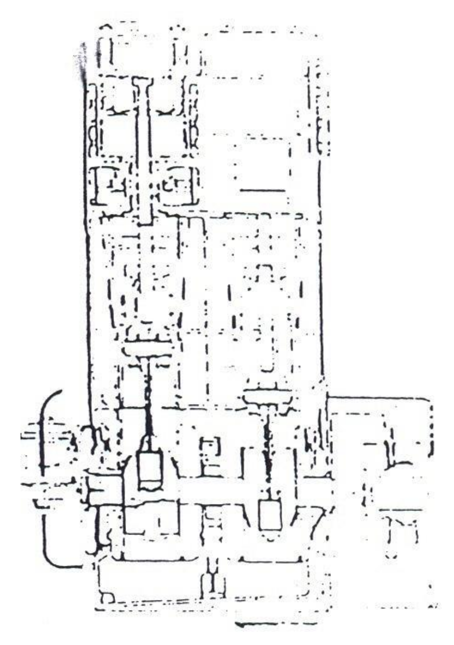
وفيه يكون محور عمود المكبس والمكبس والأسطوانة عمودية على الأرض شكل (2) .




الشكل رقم ( ٢ )

**اسطوانات متوازية :**

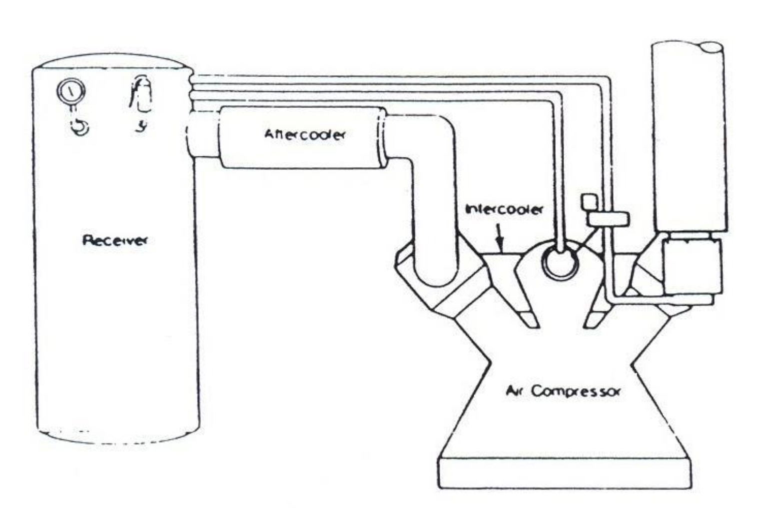
وفيه تكون أعمدة المكبس والاسطوانات متوازية مع بعضها وفي جهة واحدة من عمود المرفق . وفي هذا الطراز يكون لكل اسطوانة ذراع توصيل ورأس منزلقة وعمود مكبس منفصة عن أجزاء الاسطوانة الأخرى شكل رقم (3) .



الشكل رقم ( ٣ )

**اسطوانة على شكل حرف V :**

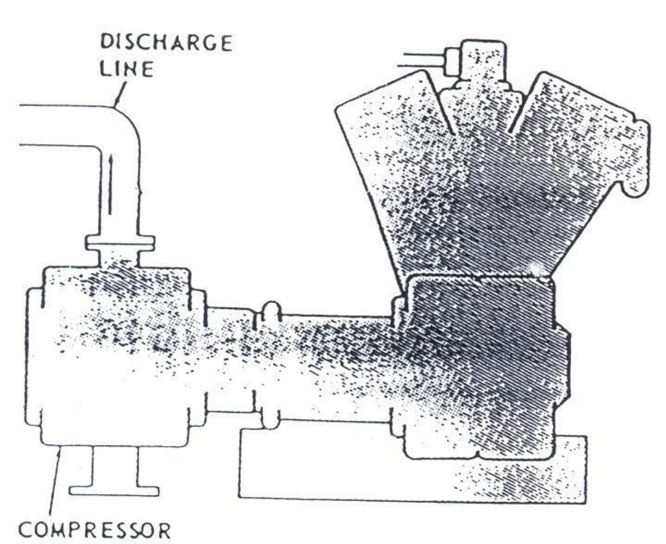
وفيه يكون عمود المكبس والمكبس والاسطوانة الأولى بشكل زاوية حادة أو شكل حرف ( V ) مع عمود المكبس والمكبس والاسطوانة الثانية ولكل اسطوانة ذراع توصيل ورأس منزلقة منفصلة عن الاسطوانة الأخرى شكل رقم (4).




الشكل رقم ( ٤ )

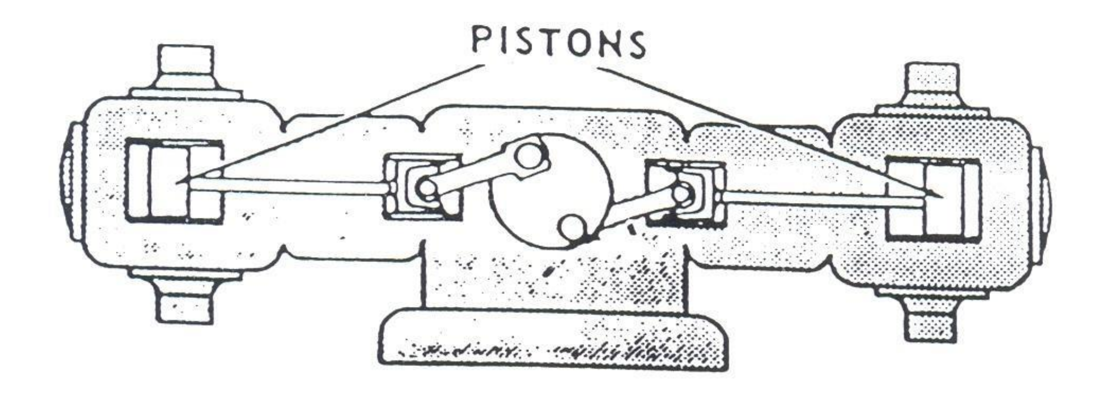
**اسطوانة على شكل زاوية قائمة (حرف L):**

وفيه يكون عمود المكبس والمكبس والاسطوانة الأولى بشكل زاوية قائمة أو حرف ( L ) مع عمود المكبس والمكبس والاسطوانة الثانية وتكون الاسطوانة الأولى عمودية على الأرض والاسطوانة الثانية أفقية مع الأرض شكل رقم (5).




**أسطوانات متقابلة :**

وفيع يكون الاسطوانة بالأجزاء المتحركة متاقبلة مع الأخرى بزاوية 180 درجة أي على جانبي عمود المرفق شكل رقم (6) .




الشكل رقم ( ٦ )

# مكونات وأجزاء الضاغط الترددي

**1- رأس الضاغط ( الخزنة ) COMPRESSOR HEAD :**

وهي رأس الضاغط وتحتوي على :-

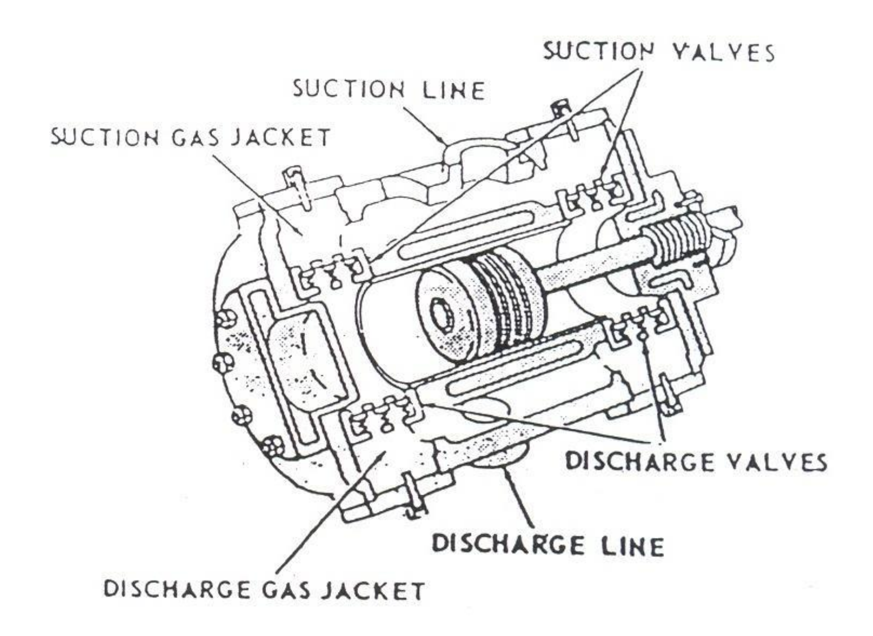
أ- صمامات السحب SUCTION VALVES

ب- صمامات الطرد DISCHARGE VALVES

ج- تجويف متصل بصمامات السحب إلى خط السحب الرئيسي

د- تجويف متصل بصمامات تاطرد إلى خط الطرد الرئيسي

ه- قميص ( جاكيت ) تبريد حول الاسطوانة



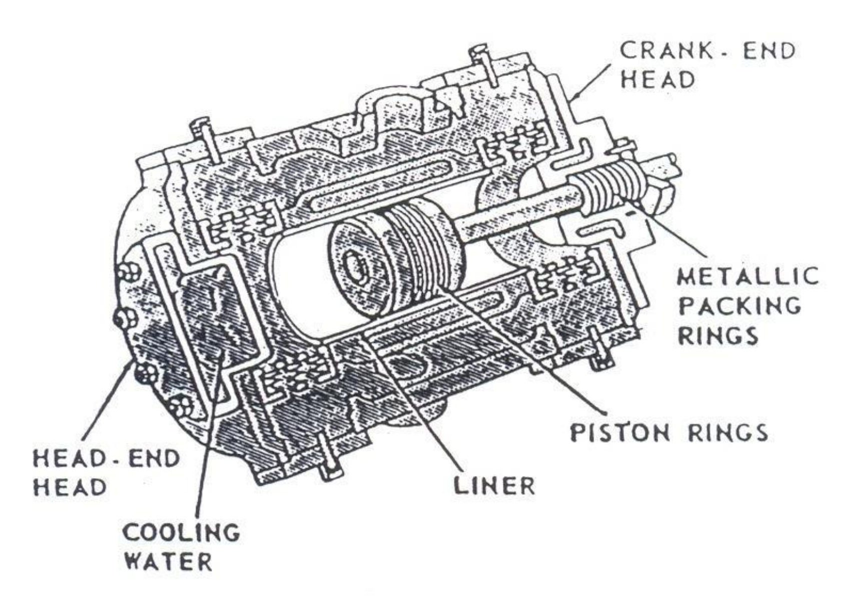

وهي تحتوي على الجسم الخارجي لها على مجموعة صمامات سحب ( UNLOADER VALVE ) أو طرد( DISCHARGE VALVE ) .

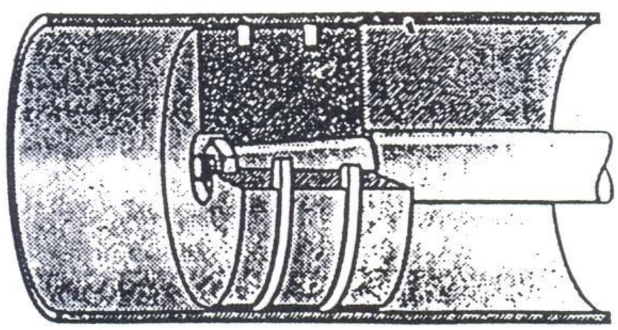
أما داخل الخزنة فيوجد اسطوانة LINER يتحرك عليها مكبس ، والمكبس مركب عليه مجموعة شنابر يتم الاحتكاك بينها وبين الاسطوانة . كما توجد مجموعة كراسي تحميل على المكبس ( SHOES ) أو (RIDER RINGS) وشنابر المكبس عادة ما تكون زهر أو تيفلون.

أمـا كراسـي التحميل فهي بالعـادة إمـا سبيكة بيضـاء أو تيفلـون . وفـي نهايـة الخزنـة يوجد صـندوق للحشـو وحلقات الحشو (PACKING RINGS) لمنع تسريب الغاز إلـى الهـواء الخـارجي ونـوع الحشـو يتناسـب مـع نوعيـة الغـاز كمـا يركـب حلقـات لمنـع تسـريب الزيـت مـن صـندوق علبـة المرافـق ويـتم تثبيـت المكـبس علـى العمـود بواسـطة صامولة وتيلة.

## 2- الأسطوانة CYLINDER :

وهي أسطوانة داخل الخزنة يتحرك بداخلها مكبس PISTON ويتم بها شوطي السحب والطرد للغاز أو الهواء. ويبـرد جسم الاسـطوانة بواسطة قميص التبريـد المحيط بالسطوانة مـن الخـارج ، كمـا توجد بالاسطوانة ثقوب تزييت يمر الزيت من خلالها لتقليل الاحتكاك بين سطحها وشنابر المكبس.

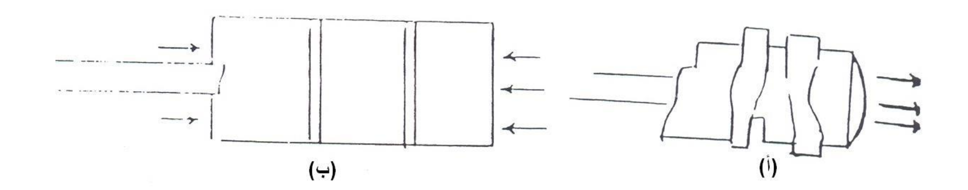


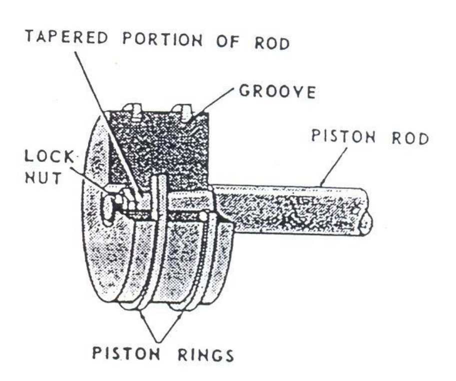



## 3- المكبس PISTON :

وهو عبارة عن جسم اسطواني به عدة مجاري تركب عليها سنابر وهو نوعان :

أ- مفرد التأثير                                        ب- مزدوج التأثير




**والشنابر على المكابس نوعان :**

أ- شنابر ضغط :

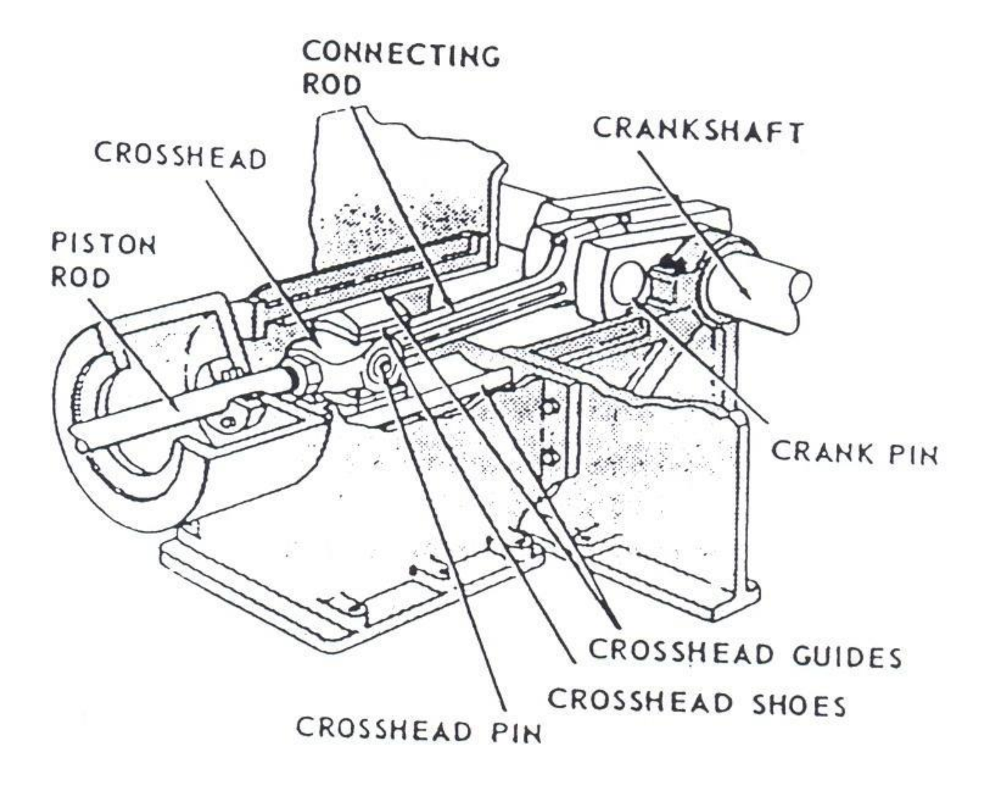
وهي شنابر تقوم بغلق الخلوص بين المكبس PISTON والاسطوانة CYLINDER تماماً فلا تسمح بتهريب الغاز بينهما وبالتالي يتم ضغط الغاز أو الهواء على الوجه الأكمل وهي إما من الوهر أو من التيفلون.

ب- شنابر التحميل :

وهي شنابر تقوم بحمل المكبس أثناء الإيقاف وتتحمل الصدمات في الاسطوانة في بداية التشغيل لحماية المكبس من الكسر أو الشرخ ، وهي إما سبيكة أو تيفلون .

## -4 عمود المكبس PISTON ROD :

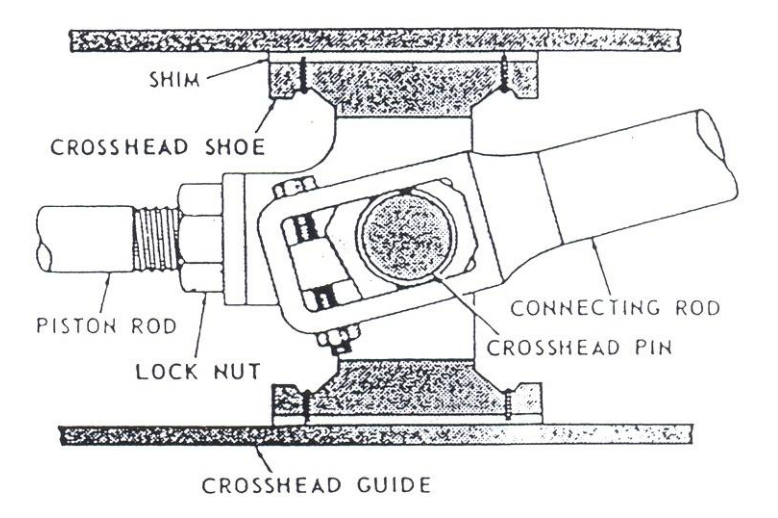
وهو عبارة عن عمود مثبت به المكبس بواسطة صامولة أو تيلة ومثبت من الطرف الآخر بالرأس المنزلقة.




يأخذ عمود المكبس حركته الترددية من الرأس المنزلقة بتحريك المكبس داخل الاسطوانة.

**5- الرأس المنزلقة CROSSHEAD :**

وهي عبارة عن جسم يتحرك بين دليلين علوي وسفلي مثبت من الطرف الأمامي لها عمود المكبس بواسطة ( صامولة تجميع ASSEMBLY NUT وفلنشة FLANGE وجثمة ) وفي الطرف الآخر يتم تجميع ذراع التوصيل مع الرأس المنزلقة بواسطة بنز ( PINS ) .

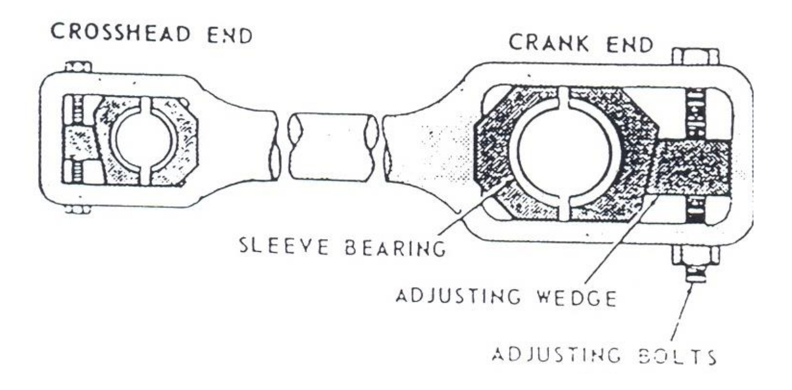



**CROSSHEAD GUIDE**

وتقوم الرأس المنزلقة بنقل الحركة من ذراع التوصيل بعد تنقيتها لتصبح ترددية خطية تماماً إلى عمود المكبس.

## 6- ذراع التوصيل CONNECTION ROD :

وهو عبارة عن ذراع له نهايتين مجوفتين أحدهما مكونة من جزءان بداخلهما سبيكة يتم تجميعها بواسطة مسامير قلاووظ حول ركبة عمود المرفق والنهاية الأخرى يتم تجميعها بالرأس المنزلقة بواسطة بنز .

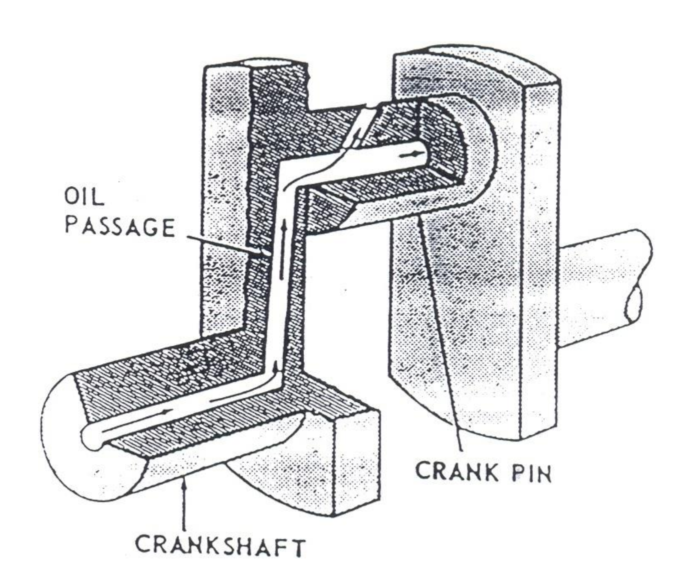



ويقوم ذراع التوصيل بنقل الحركة الترددية " غير منتظمة " من عمود المرفق إلى الرأس المنزلقة .

## -7 عمود المرفق CRANK SHAFT :

وهو عبارة عن عمود به محور أو محاور لا مركزية وتسمى الركب ... وتقابل الركب على أثقال اتزان للعمود أثناء دورانه .

ويحمل عمود المرفق على كراسي تحميل وغالباً ما تكون سبيكة مثبتة في جسم عمود المرفق .




ويتصل عمود المرفق من إحدى نهايته بالحدافة بواسطة وصلة نقل حركة ... ليأخذ حركته الدورانية منها .

ويقوم عمود المرفق عن طريق الركب المثبت عليها ذراع التوصيل بتحويل حركته الدورانية إلى ترددية لذراع التوصيل .

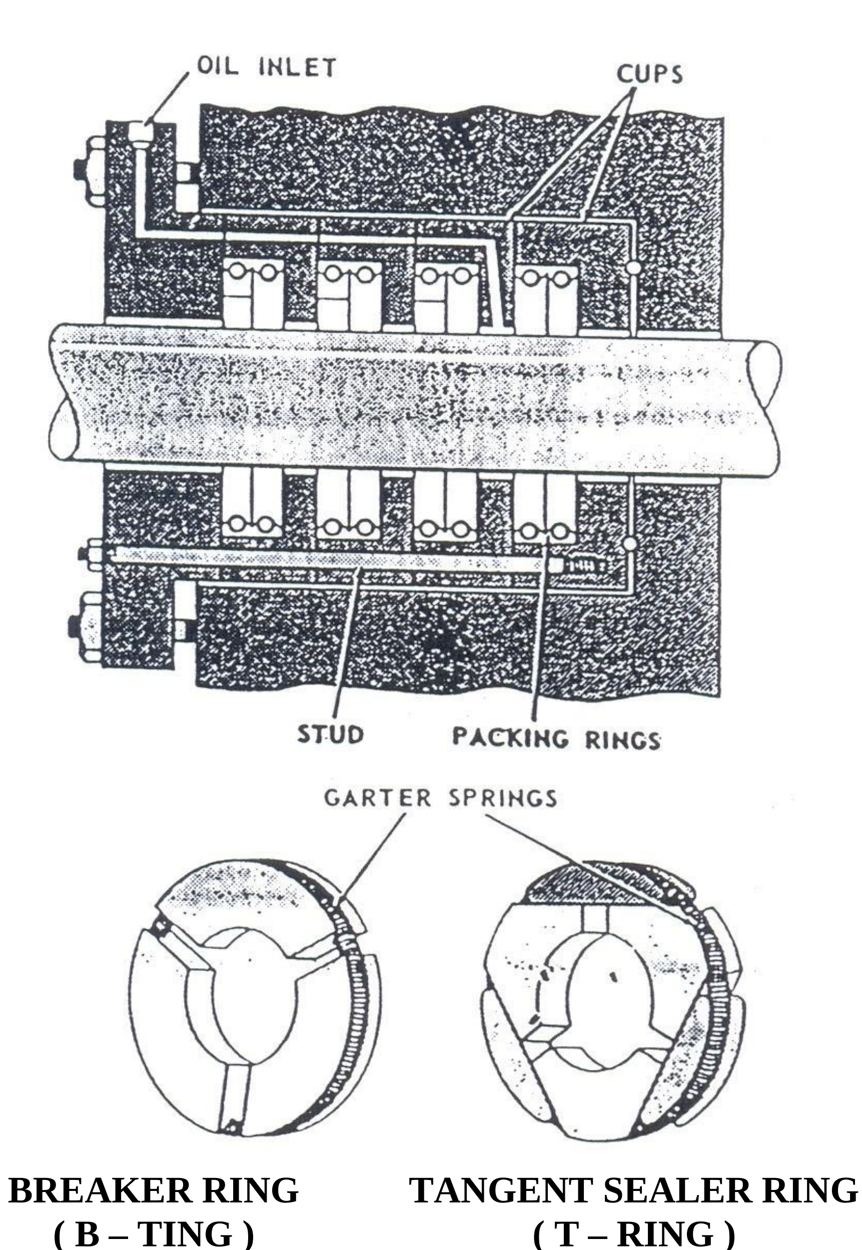
## -8 الحدافة WHEEL :

وهي عبارة عن طارة لها أعصاب وعمود محور أو طارة مصمتة تمر بداخلها عمود أحد طرفيه يتم توصيله بعمود المحرك والآخر بعمود المرفق .

وتقوم الحدافة بتخزين الطاقة وتنظيم حركة وعدد لفات عمود المرفق .

# صندوق الحشو PACKING BOX

- نهاية رأس الضاغط ( الخزنة ) COMP – HEAD يوجد صندوق للحشو لمنع تسرب الغاز من داخل الاسطوانة للمحافظة على ضغط الغاز الموجود داخل الاسطوانة ويتم تبريد صندوق الحشو إما بالماء أو بالزيت حسب تصميم صندوق الحشو وهو يتكون من مجموعة من القطع الدائرية الشكل حول كل قطعة سوستة ( ياي ) لتجميع كل قطعة ويصنع من معادن مختلفة طبقاً للإستخدام ( أنظر الشكل ) .

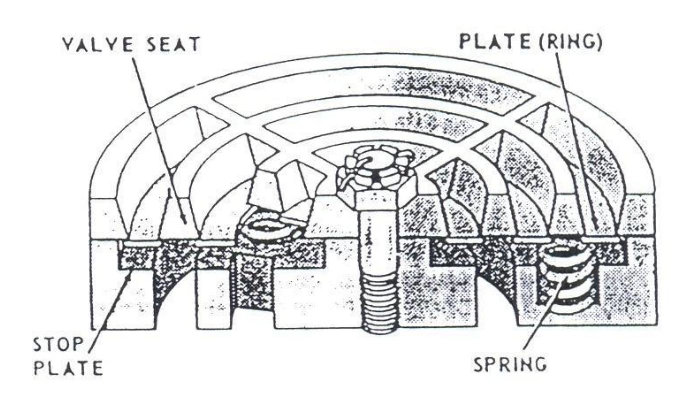


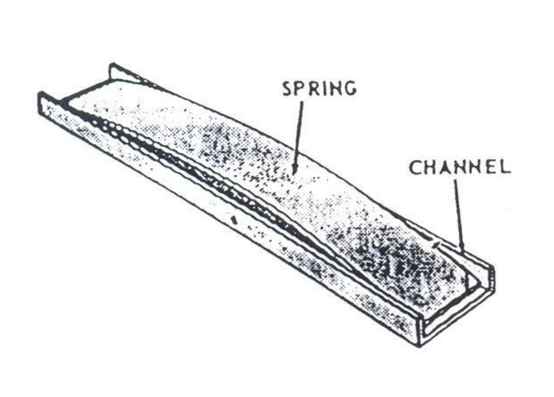

**BREAKER RING**
**( B – TING )**

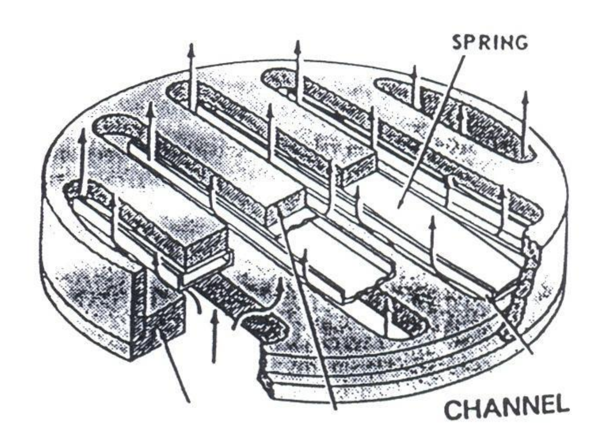
**TANGENT SEALER RING**
**( T – RING )**

- كما يوجد مجموعة حشو أخرى لمنع تسريب الزيت خلف مجموعة الحشو الخاص بمنع تهريب الغاز لمنع تهريب الزيت من صندوق عمود المرفق .
- يلاحظ أنه يتم تصافي للزيت من صمام تصافي ( DRAIN ) كما يتم تصريف الغاز الذي يتم تهريبه من صندوق الحشو من خلال صمام تهوية ( VENT ) إلى الشعلة إذا كان غاز أو إلى الهواء الجوي إذا كان المنضغط هواء أو غاز خامل .

## <u>ما هي مكونات صمام السحب والطرد ؟</u>

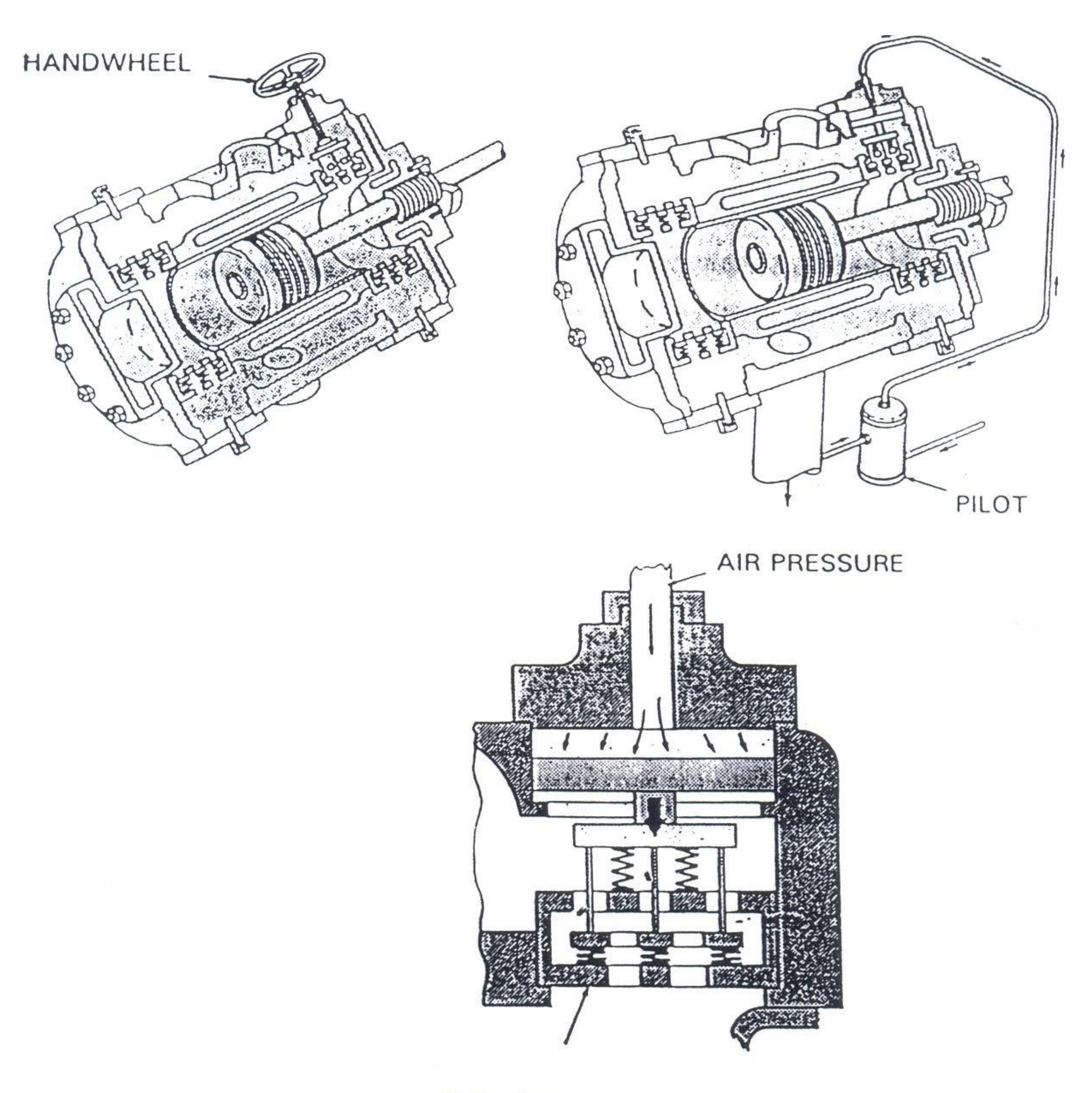


**<u>كيف تعمل صمامات السحب UNLOADER VALVE وما الغرض منها ؟</u>**

تعمل صمامات السحب إما بإشارة هوائية أو يدوياً . والغرض منها التحكم في كمية الغاز الداخلة إلى الضاغط بحيث يتم عن طريقها تحميل الضاغط بنسبة التحميل المطلوبة %100 - %75 - %50 - %25 - 0% (انظر الشكل) .



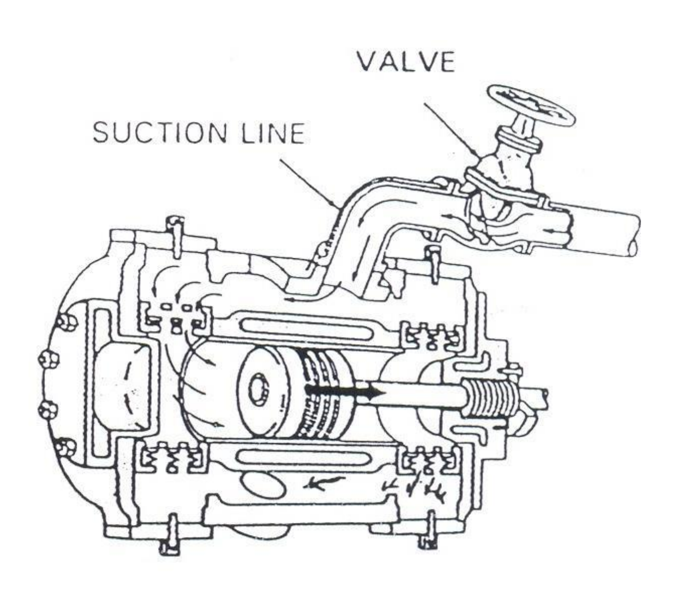
# <u>المقصود بالتأثير المفرد والتأثير المزدوج</u>

يقصد بالتأثير المفرد أن المكبس يضغط الغاز أثناء مشوار ذهابه إلى الأمام فقط ولا يتم ضغط الغاز بالوجه الخلفي للمكبس .

أما التأثير المزدوج ففيه يتم الضغط بكلا وجهي المكبس . أي أننا نحصل على شوطين فعالين من خلال لفة واحدة .

ولنتبين ذلك ننظر إلى المثال التالي :

ضاغط على خزنة إحدى مراحله 2 صمام سحب و 2 صمام طر ، صمام سحب أمام المكبس وآخر خلف المكبس ويقابل كل صمام سحب صمام طرد (كما بالشكل) .




## <u>طريقة العمل :</u>

عندما يتحرك المكبس إلى الأمام يقل حجم الغاز ويرفع الضغط فيتغلب على مقاومة وريش صمام الطرد بينما يغلق صمام السحب .

أما خلف المكبس فيحدث خلخلة لانخفاض الضغط داخل الاسطوانة فيغلب ضغط الغاز الموجود في منطقة السحب على مقاومة صمام السحب فيفتح الصمام ويدخل الغاز إلى ...... الخزنة وهكذا يتم تبادل فتح صمامات السحب والطرد أمام المكبس وخلفه بحيث يكون وضع صمام الطرد مفتوح أمام المكبس ويكون معه صمام السحب وخلف المكبس مفتوح والعكس صحيح .

- ويلاحظ أن تكون صمامات التحميل في وضع عدم التحميل عند بدء تشغيل الضاغط أو عندما نريد إيقافه ولجعل صمام التحميل في وضع عدم التحميل إذا كان ذلك يتم يدوياً يتم إدارة طارة عمود الصمام في اتجاه دوران عقارب الساعة ويلاحظ أن يكون الصمام إما مفتوحاً بالكامل أو مغلق بالكامل أي لا يتم خنقه لضمان حسن أداء الصمام .
- وعند تحميل الضاغط إذا كان ذلك يتم يدوياً لنبدأ في تحميل الأطراف الخارجية للخزنة بحيث يتم تحميل المرحليتن سوياً ولا يتم تحميل مرحلة واحدة ثم الأخرى وهذا خطأ كبير كما يتم التحميل للخزنة الواحدة بالتقابل وليس من جهة واحدة .
- تغيير خلوص مكبس داخل الخزنة يؤدي إلى زيادة أو نقص حجم الغاز الداخل إلى الاسطوانة خلال مشوار السحب .
- فكلما كبر الخلوص أمام المكبس وخلفه ( في حالة التأثير المزدوج ) تقل كمية الغاز وينخفض ضغطه لانخفاض طول المشوار الذي يقطعه المكبس .
- وعندما نريد أن نزيد كمية الغاز التي تدخل الضاغط نقلل الخلوص أمام المكبس وخلفه أي نطيل المشوار الخاص بالمكبس وهكذا تزداد الكمية مع ارتفاع نسبي للضغط .

## كيفية أخذ الخلوص أمام وخلف المكبس

**الأدوات المستخدمة هي** :

قضيب من الرصاص سمك 8 – 10 سم ، قدمة لقياس السمك.

**الطريقة :**

يتم حل صمام من أمام المكبس وصمام من خلفه ورفعه من مكانه ويتم إدارة الحدافة بواسطة عتلة بحيث يوضع الرصاص من خلال فتحة الصمام حتى يتم تطبيع قضيب الرصا نتيجة لضغط المكبس عليه ونجري نفس العملية مع إدارة الحدافة حتى يعود المكبس إلى الخلف ويوضع قضيب آخر من الرصاص حتى يتم تطبيع المكبس عليه ويقاس مقدار الإنضغاط على قضيب الرصاص بواسطة القدمة أمام وخلف المكبس مع القيمة المذكورة بكتالوج الضاغط .

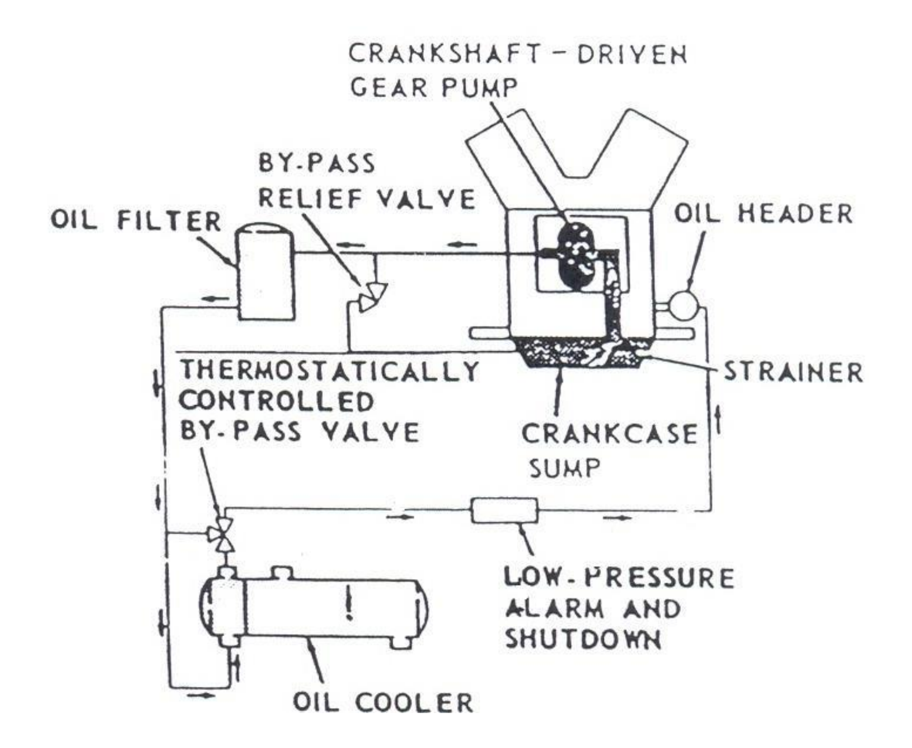
إذا لزم الأمر لتغيير قيمة الخلوص يتم ذلك عن طريق حل صامولة عمود المكبس مع الرأس المنزلقة CROSSHEAD ويتم تقديم المكبس أو تأخيره حسب الحاجة ثم يتم الرباط بعد ذلك ويقاس الخلوص ويتم تكرار العملية حتى نصل إلى الخلوص المطابق للقيمة المذكورة بكتالوج الضاغط . مع مراعاة أن يكون الخلوص أما المكبس أكبر من الخلوص خلف المكبس كي يسمح للتمدد أمام المكبس .

## ملحقات الضاغط الترددى

**الزيت** :

تشتمل دائرة التزييت سواء لعمود الكرنك أو صندوق التروس أو لتزييت الاسطوانة على مضخة تدفع الزيت إلى فلتر الزيت كما يوجد كبرد للزيت بواسطة المياه وهذه الدائرة مهمة جداً ويجب مراعاة الآتي :-

1- التأكد من نظافة فلتر الزيت ويتم تنظيفه كلما استلزم الأمر ذلك .
2- مراقبة درجة حرارة الزيت الداخل إلى المبرد والخارج أيضاً لمعرفة إذا كان المبرد يقوم بوظيفته أم لا مع مراقبة ضغط مياه التبريد .
3- مراقبة منسوب الزيت داخل صندوق الكرنك وداخل صندوق التروس وفي الخزنة .



## فلاتر الغاز والمياه :

يوجد فلتر على خط سحب الضاغط للتأكد من عدم دخول أي شوائب إلى داخل الضاغط يتم مراجعة نظافته كلما لزم الأمر ذلك .

كما يوجد فلتر على خط المياه لتنقية المياه من الرواسب التي تتسبب في انسداد مجاري التبريد ومواسير المبردات . ويتم مراجعة دورية لها كلما أمكن ذلك .

عادة توجد مجمعات SNUBBERS لإمتصاص الهزات على خط سحب وطرد الضاغط وذلك بإضافة حجم إضافي لخطي السحب والطرد بحيث لا يتم تقليل مفاجئ للضغط عند مشوار السحب . كما لا يتم زيادة مفاجئة في خط الطرد نتيجة مشوار الطرد مما يتسبب في حدوث اهتزازات لخطي السحب والطرد .

## صمامات الأمان :

وهي تركب على كل مرحلة بحيث إذا حدثت زيادة في الضغط أكثر من المصمم عليها ضغط المرحلة يفتح صمام الأمان إلى خط الشعلة .

## صمام عدم الرجوع وصمامات التحكم CHECKVALVES – STOP VALVES :

تفضل أن تكون صمامات التحكم على الضاغط من نوع صمامات الكرة لأنها أكثر مناسبة للتحكم في منع تسرب الغازات .

أما بالنسبة لصمام عدم الرجوع المركب على خط الطرد يفضل أن يكون PISTON CHECKVALVES لإنخفاض الضوضاء الناجمة عن هذا النوع كما أنه أكثر إحكاماً لتهريب الغاز .

## المبردات البينية INTER – STAGE COOLERS :

ويتم من خلالها تبريد الغاز الخارج من كل مرحلة قبل دخوله إلى المرحلة التي تليها . وهي عادة ما تكون مبردات مياه .

# أنواع أجهزة الحماية علة لوحة تشغيل الضواغط

**مثال ( 1 ) :**

المثال التالي لضاغط ترددي – أفقي متضاد – وعدد مراحله إثنين ، يتم نقل الحركة عن طريق صندوق التروس ، والضاغط ذة تأثير مزدوج ، ولا يتم تزييت للسلندر NON – LUBRICATED .

ظروف التشغيل :

1- ضغط السحب 12 كجم / سم$^2$ .
2- درجة حرارة السحب 38°م .
3- ضغط الطرد 25 كجم / سم$^2$ .
4- درجة حرارة الطرد 96°م .

في كلاً من المرحلتين يوجد 2 صمام تحميل صمام أمام المكبس وآخر خلفه .

ظروف التزييت :

عند تشغيل مضخة الزيت يلاحظ وجود حماية ( إنذار ) عند حدوث إنخفاض لضغط الزيت أو منسوبه . عند هذا يحدث إطفاء أوتوماتيكي للضاغط إذا استمر الانخفاض في الضغط أو ارتفعت الحرارة الخاصة بالزيت عن الحد المسموح به .

1. ضغط الزيت في ظروف التشغيل العادية 2.8 كجم / سم$^2$ .
2. إنذار انخفاض ضغط الزيت عند 1.1 كجم / سم$^2$ .
3. إطفاء للضاغط عن طريق لوحة التشغيل أوتوماتيمياً عند ضغط 0.9 كجم / سم$^2$ وفي حالة 2.3 يتم إعادة ضبط المضخة لرفع ضغطها وهي تعمل أي يتم الضبط دون إيقاف المضخة . كما يتم الكشف على خطوط المضخة للتأكد من عدم التسريب من أي نقطة في الخطوط .

ظروف التبريد :

- درجة حرارة مياه التبريد الداخل على المبرد 25 °م
- درجة حرارة مياه التبريد الخارج من المبرد 40 °م
- درجة حرارة الزيت الخارج من المبرد 35 °م + 5 °م
- درجة حرارة زيت صندوق التروس 50 °م
- درجة حرارة كراسي صندوق التروس 60 °م
- درجة حرارة إنذار كراسي صندوق التروس 70 °م

## خطوات تشغيل الضاغط

1. يتم التأكد من أنه لا يوجد فلنسة أو خط على جسم الضاغط غير محكم الربط أو به أي تهريب .
2. يتم التأكد من كسح الضاغط بعد عمليات الصيانة التي تمت بالضاغط بواسطة غاز خامل .
3. يتم التأكد من فتح خط مياه التبريد على المبردات وعلى جاكيت التبريد حول الاسطوانة ويتم التأكد من أنه لا يوجد انسداد في دائرة التبريد كما يتم مراجعة ضغط مياه التبريد بقراءة الضغط المسجل على مانومتر خط المياه .
4. يتم تصفية أي سائل موجود في المجمعات الخاصة بسحب المرحلة الأولى وسحب المرحلة الثانية .
5. يتم التأكد من منسوب الزيت داخل صندوق المزيتة وداخل صندوق الكرنك وكذلك المنسوب في صندوق التروس .
6. نبدأ في تحريك الحدافة دورة كاملة أو دورتين لنتأكد من انسيابية الحركة ويلاحظ إذا كان هناك صعوبة في تحريك الحدافة فهذا يعني وجود خلل محتمل كانصهار سبيكة الكراسي الخاصة بالتحميل ( سبيكة بيضاء ) .
7. التأكد من أن وضع صمامات التحميل في وضع ( عدم التحميل ) .
8. التأكد من أن خط تهريب الغاز المتصل بصندوق الحشو مفتوح إلى خط التهوية ( VENT ) .

9. إذا كان يتم تحضير الزيت يدوياً يتم تحضيره قبل تشغيل مضخة الزيت كما يتم التأكد من سريان الزيت إلى أماكن التزييت .

10. بعد تحضير المزيتة يدوياً يتم تشغيل مضخات الزيت على الضاغط وعلى صندوق التروس .

11. يتم فتح صمامات عزل الضاغط ( صمامات سحب ، طرد ) حتى نحصل على ضغط سحب التشغيل المصمم عليه الضاغط مع مراعاة قفل خطوط الكسح .

12. يتم إخطار غرفة المراقبة ( CONTROL ROOM ) بأن الضاغط داهز للتشغيل ولا يتم التشغيل قبل الحصول على إذن بذلك .

13. بعد التشغيل يلاحظ أن الضاغط يعمل وصمامات التحميل في وضع عدم التحميل . أي أن نسبة تحميل الضاغط صف % ( 0%) .

14. التأكد من عدم وجود أي صوت غير عادي .

15. وعند التأكد من أن كل شئ طبيعي نبدأ في تحميل الضاغط 25% - 50% - 75% ثم 100% ويمكن أن تختلف نسبة التحميل مع اختلاف تصميم الضاغط بأن تصبح فقط 50% - 100% .

يتم تحميل صمامات نهايات الاسطوانة من الخارج أي لا يتم كل على حدة بل يتم التحميل للمرحلتين في نفس التوقيت ثم نبدأ في تحميل الصمامات الداخلية للمرحلتين سوياً بالتناظر – عقب كل نسبة تحميل يتم مراجعة الضغط والحرارة وللغاز والزيت ويتم تسجيل هذه القراءات في ورقة بيانات تتضمن الآتي :-

1. درجة حرارة الداخل والخارج لكل مرحلة ( الغاز ) .
2. ضغط السحب والطرد لكل مرحلة .
3. درجة حرارة المياه الداخل والخارج وضغط المياه .
4. درجة حرارة الزيت وضغطه .
5. إستهلاك التيار الكهربي للمحرك .

إذا زادت درجة الحرارة والضغط عن المعدل المسموح به يتم مراجعة دقيقة للأسباب المؤدية لذلك ويتم إيقاف الضاغط إذا لزم الأمر ويتم الكشف عليه.

# الضواغط ذات الإزاحة الموجبة

## Rotary Compressors الضواغط الدوارة

وهي إحدى أنواع الضواغط التي تعمل بنظرية الإزاحة الموجبة " هي أن كمية معطاه من الغاز يرفع ضغطها عن طريق تخفيض حجم الغاز " .

أي أن الضغط يتناسب عكسياً مع الحجم ( قانون شارلز ) $P \alpha \frac{1}{V}$

وأيضاً انخفاض الحجم يصاحبه ارتفاع درجة الحرارة $T \alpha \frac{1}{V}$

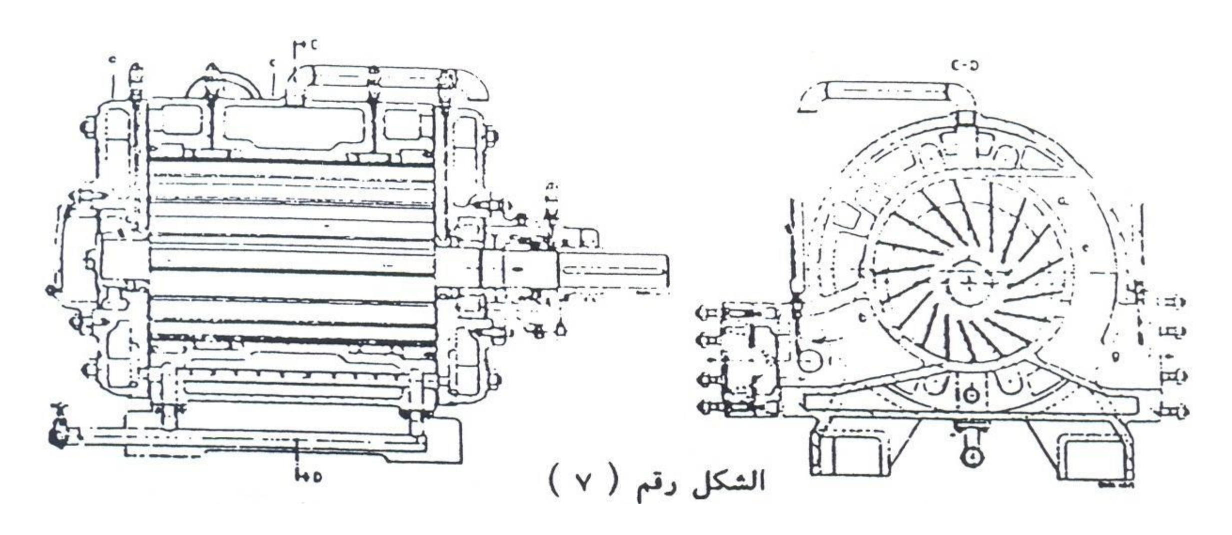
أي أن ارتفاع الضغط لابد من أن يصاحبه ارتفاع في درجة الحرارة $P \alpha T$

## نظرية عمل و أجزاء الضواغط الدوارة

**أجزاء الضاغط:**

الضاغط الدوار كما هو مبين بالشكل رقم ( 1 ) يتكون من الأجزاء الرئيسية الآتية :

(a) كراسي تحميل للعضو الدوار — Roller Bearing
(b) العضو الدوار — Rotating Drum
(c) خارج مياه التبريد — Water Casing Out
(D) داخل مياه التبريد — Water Casing In
(e) مجاري طولية للريش المنزلقة — Long Slots For Sliding Vanes
(g) فتحة سحب الغاز — Suction Chamber
(H) فتحة طرد الغاز — Discharge Chamber



الشكل رقم ( ٧ )

**طريقة عمل الضاغط الدوار :**

- عند دوران الجسم الدوار تتولد قوة طاردة مركزية تتسبب في إنزلاق الريش خارج المجاري الطولية الموجودة بالجسم الدوار على شكل هلال في الفراغ أعلى الجزء الدوار بحيث يتم سحب وضغط الغاز بين الريش من فتحة السحب حتى توصيلها إلى فتحة الطرد . مع ملاحظة أن الجسم لا مركزي مع مركز اسطوانة الضاغط ويتم رفعه إلى مركز الاسطوانة بواسطة ثقوب اتزان للجزء السفلي من الاسطوانة أي أسفل الجسم الدوار فعند تشغيل الضاغط يندفع الغاز خلال ثقوب الاتزان لرفع الجسم وجعله في الوضع المركزي مع اسطوانة الضاغط . أنظر شكل (7) .
- للحفاظ على عمر أطول للضاغط وكي يعطي أعلى كفاءة هناك بعض الشروط الواجب توافرها :-
    1. عدم انقطاع الغاز عن الضاغط أثناء التشغيل .
    2. توافر مصدر لمياه التبريد ( كمية وضغط ) .
    3. مراعاة نوعية الزيت المناسبة ( كمياتها ) .

**طريقة تشغيل الضاغط الدوار :**

1. يجب إعداد جدول يومي لتسجيل قراءات عن حالة الضاغط وتشمل على :
    - ضغط السحب .
    - ضغط الطرد .
    - ضغط مياه التبريد وحرارتها .
    - حرارة الغاز للسحب والطرد .
    - مقدار استهلاك المحرك للأمبير.

2. نبدأ في فتح مياه التبريد ويجب التأكد من نظافة مصفى مياه التبريد ويراقب ضغط المياه على مانومتر خط المياه ، كما يتم التأكد من خروج المياه على خط المياه الخارجة حتى لا يكون هناك انسداد في قميص تبريد الضاغط .

3. نبدأ في تحريك كوبلنج الضاغط باليد دورة أو دورتين للتأكد من سلامة الأجزاء الداخلية وعند وجود صعوبة في تحريك الكوبلنج باليد يعزل الضاغط فوراً ويكسح ويسلم لمسئولي الصيانة .

4. نتأكد من أن الكهرباء قد تم توصيلها إلى الضاغط وهي تشتمل على أجهزة حماية لإيقاف الضاغط فوراً عند حدوث ما يهدد سلامة الضاغط :

1. إيقاف عند امخفاض ضغط مياه التبريد .
2. إيقاف عند ارتفاع درجة حرارة مياه التبريد .

ج- إيقاف عند انخفاض منسوب الزيت داخل المزيتة .

د- إيقاف عند ارتفاع درجة حرارة الغاز الخارج .

وعند توقف الضاغط لأي سبب من الأسباب السابقة يرجع إلى لوحة التشغيل لمعرفة السبب ومعالجته .

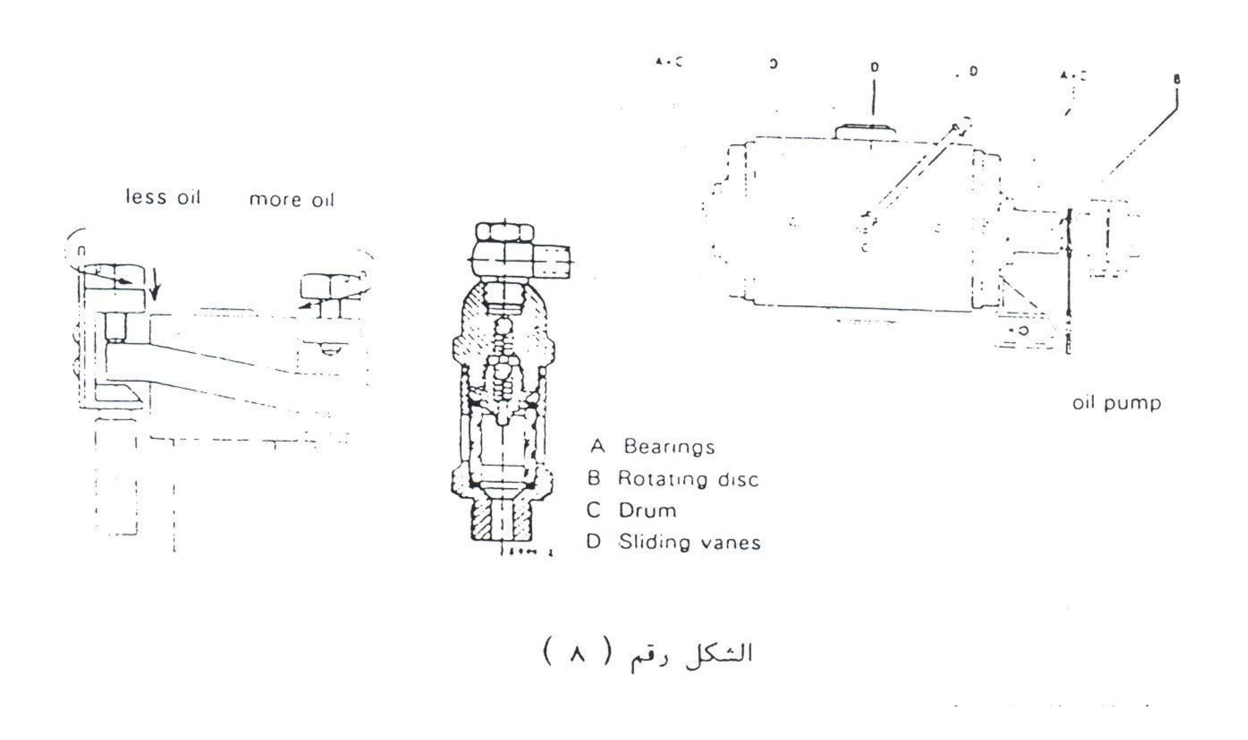
5. يتم تشغيل مضخة الزيت يدوياً عن طريق لف الذراع المتصل بها والتأكد من أن الزيت يصل إلى جميع نقاط التزييت وهي : انظر الشكل ( 8 )

1. صندوق الحشو
2. الكرسي الأمامي
3. الكرسي الخلفي
4. أول السلندر
5. منتصف السلندر
6. آخر السلندر

6 . تفتح صمامات السحب والطرد بالكامل أمام الضاغط ويراقب انسداد مصفى خط سحب الضاغط بأن يراقب مانومتر الضغط قبل وبعد المصفى وعند وجود اختلاف كبير في القراءتين تعزل المصفى وتحل وتنظف بالبنزين والهواء المضغوط جيداً .

7. يبدأ تشغيل مضخة الزيت لمدة دقيقتين ويتم التأكد من أن الزيت يصل إلى جميع نقاط التزييت ويتم إعادة ضبط مشوار مضخة الزيت بالزيادة أو النقصان حسب ما تقتضيه الظروف . انظر شكل رقم ( 8 ) .

8. يتم تشغيل المحرك الكهربائي ويتم مراجعة دورية لكل القراءة المذكورة في البند "1" .




الشكل رقم ( ٨ )

**إيقاف الضاغط :**

عند إيقاف الضاغط إيقاف روتيني يتم اتباع الخطوات الآتية :-

1. إيقاف محرك الضاغط .
2. غلق صمامات السحب والطرد .
3. تترك مضخة الزيت بعد إيقاف محرك الضاغط لمدة خمس دقائق ثم توقف .
4. تترك مياه التبريد مفتوحة لمدة 10 دقائق ثم تغلق ويتم تصفية المياه الموجودة بقميص التبريد عن طريق صمام تصافي المياه . ( وهذه الخطوة هامة جداً لأنه لا يفضل حجز المياه داخل قميص الضاغط ) .

# أعطال الضاغط الدوار وطرق علاجها

| العطل | السبب | طريقة العلاج |
|---|---|---|
| مسجل التيار قراءته مرتفعة عن المعدل المسموح به | * إرتفاع ضغط الطرد<br>* أو أن الضاغط حركته ثقيلة | يتم إيقاف الضاغط ومحاولة دوران الكوبلنج باليد ويسمع إذا كان هناك ضوضاء من المحامل كرسي التحميل |
| تهريب للغاز من مانع التسرب | * انهيار مانع التسرب | يتم إيقاف الضاغط وتغيير المانع |
| انخفاض منسوب الزيت فوق المانع | * انهيار مانع التسرب | يتم إيقاف الضاغط وتغيير المانع |
| عدم دخول الزيت إلى مبين الزيت | * سدد في ماسورة الزيت<br>* عيب في مضخة الزيت<br>* وجود رواسب على مصفاة الزيت بالمزيتة | يتم إيقاف الضاغط ويتم نظافة مبين الزيت وضغط الزيت بالبنزين والهواء المضغوط وتراجع نظافة المزيتة والفلتر والمضخة ثم يتم إيقاف الضاغط والكشف عليه. |
| حدوث ضوضاء أو صوت مرتفع أو الشكوى من انخفاض كفاءة الضاغط | * انكسار أو تآكل ريش الضاغط<br>* انهيار كرسي التحميل<br>* كمية الزيت غير كافية أو الزيت غير مطابق<br>* انخفاض كمية مياه التبريد<br>* كسر في صندوق التروس<br>* دخول أجسام صلبة إلى داخل الضاغط<br>* انهيار كرسي تحميل المحرك | * يتم تغيير الريش<br>* يتم الكشف على المزيتة والمضخة<br>* يتم الكشف على المزيتة والمضخة<br>* يتم الكشف على مصفاة المياه<br>* يتم تغيير المجموعة<br>* يتم الكشف على مصفاة خط السحب ويتم نظافة الاسطوانة وتجليخه إذا لزم الأمر.<br>* يتم الكشف بواسطة مسئولي صيانة محركات الكهرباء |

مع مراعاة أن يتم الكشف الدوري على الضاغط كل 3000 ساعة تشغيل وإجراء عمرة كاملة بعد 10.000 ساعة تشغيل أو حسب توصية المصمم.

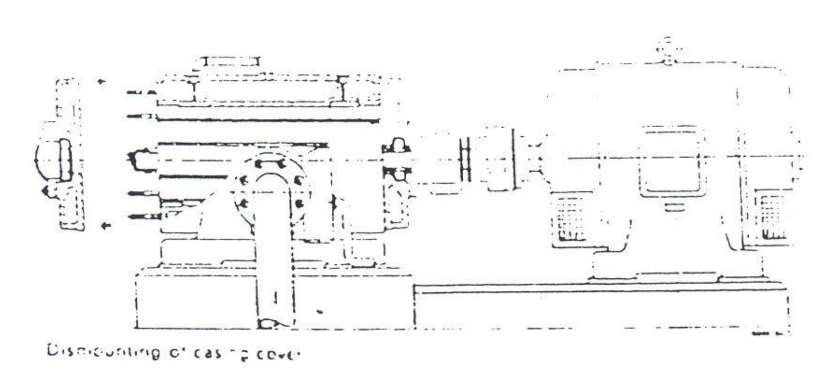
# طريقة إجراء العمرة للضاغط الدوار

**طريقة تجهيز الضاغط للكشف عليه وإجراء العمرات :**

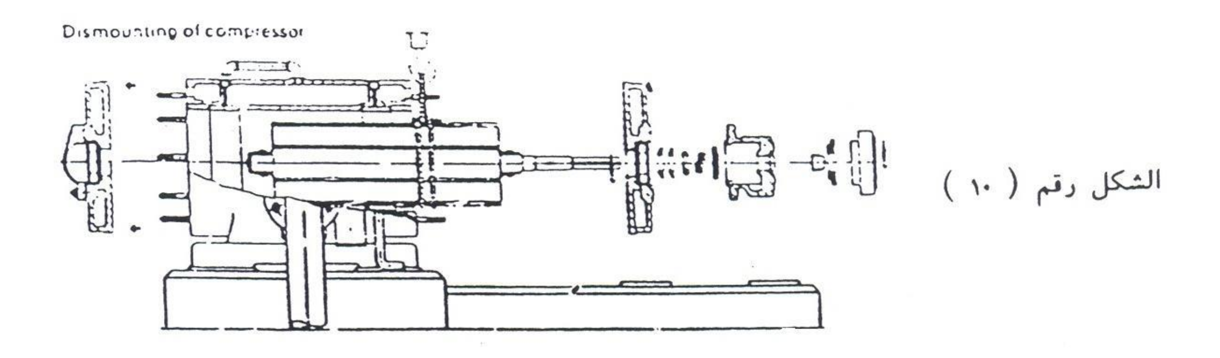
- بعد تصفية المياه عن طريق صمام تصافي المياه يتم التأكد من غلق صمام السحب الطرد وكسح الضاغط بالنيتروجين إذا لزم الأمر . يتم فك خط الزيت ومبين الزيت من فوق الغطاء الخلفي للضاغط ثم يتم فك مسامير الرباط كما في الشكل رقم (9) .
- يتم فحص الكرسي الخلفي كما يمكن الوقوف على حالة السلندر والجسم الدوار والريش.
- وإذا لزم الأمر فك باقي أجزاء الضاغط يتم ذلك كالآتي :-

يتم فك مسامير كوبلنج الموتور مع صندوق التروس وكوبلنج الضاغط مع صندوق التروس ثم يتم فك مسامير رباط قاعدة صندوق التروس ويرفع صندوق التروس من على قاعدته .

- يتم فك صندوق المزيتة والمضخة ورفعه من على جسم الضاغط .
- يتم إخراج كوبلنج الضاغط عن طريق استخدام زرجينة ثم يتم حل مجموعة صندوق الحشو .
- يتم حل مسامير رباط الوجه الكبير للضاغط ثم يتم إخراج العضو الدوار بعد أم يكون قد تم إخراج جميع الريش والعضو الدوار داخل السلندر . انظر الشكل (10) .

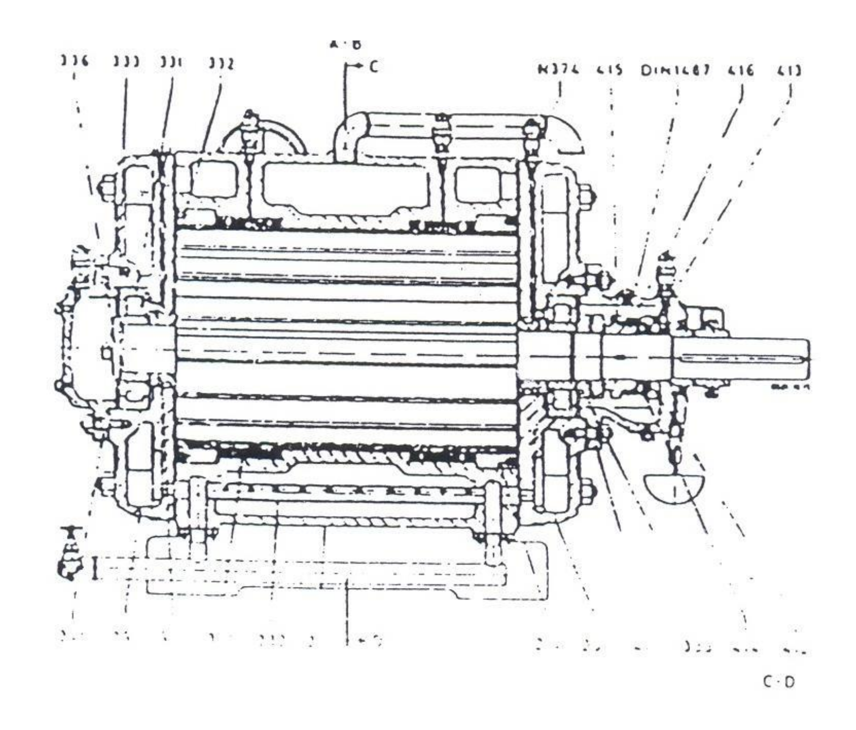



الشكل رقم ( ٩ )

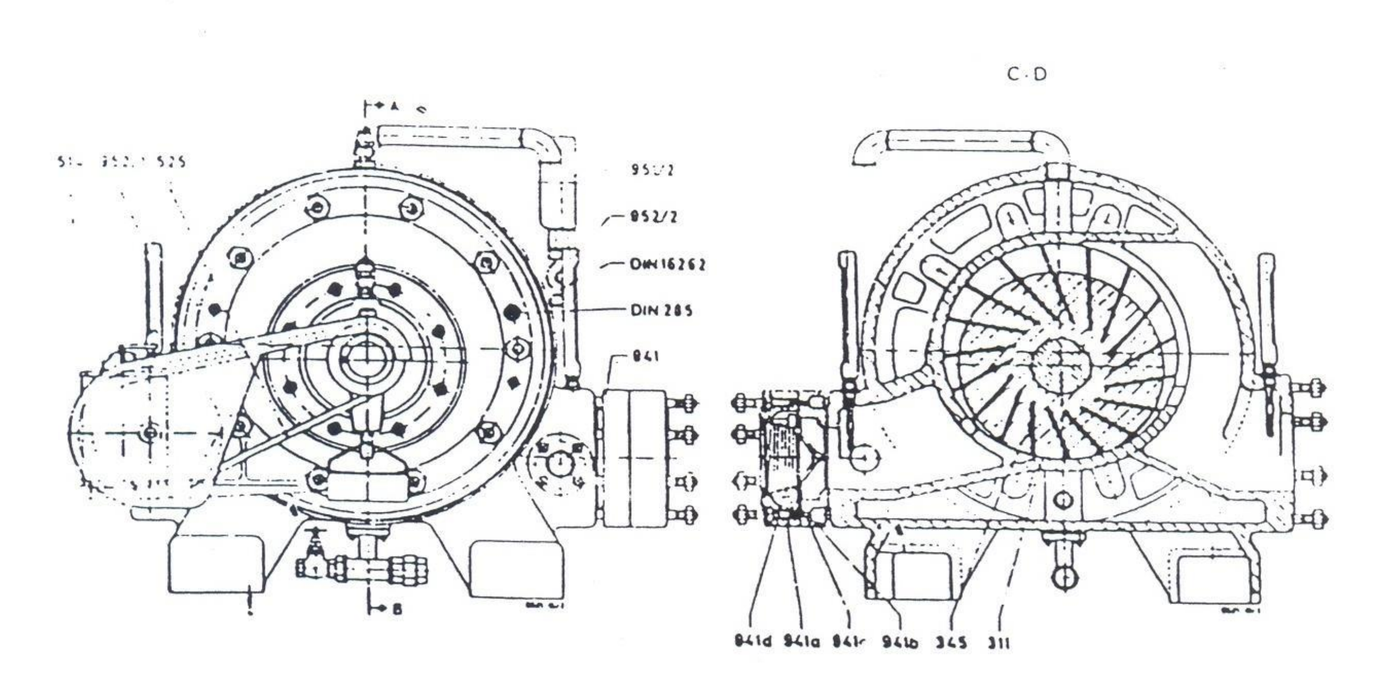



الشكل رقم ( ١٠ )

| Description | |
|---|---|
| Casing | الجسم |
| Pre – ring | جلبة |
| Water distributor | ماسورة مياه |
| Casing cover | غطاء جسم |
| End cover | غطاء نهاية الجسم |
| Rotor | العضو الدوار |
| Rolling bearing | كرسي التحميل |
| Bearing clamping ring | حلقة تثبيت الكرسي |
| Puller ring | حامل العمود |
| Shaft nut | وردة العمود |
| Sliding vane | ريش الضاغط |
| Stuffing box housing | صندوق الحشو |
| Rotating disc | وجه متحرك |
| Collar | وجه ثابت |
| Cover sheet | غطاء مانع |
| Spring guide sleeve | مجرى |
| Spring | سوست |
| Intermediate stuffing box cover | غطاء الوجه الآخر للمانع |
| Mechanical seal | مانع التسرب |
| Oil level indicator | مزيتة المانع |
| Radial seal ring | حلقة المانع |
| Oil pump | مضخة الزيت |
| V- belt | سير حرف V |
| None return valve | صمام عدم رجوع |
| Valve plate stop | حاجز صمام عدم الرجوع |
| Valve seat | قاعدة صمام عدم الرجوع |
| Valve plate | غطاء صمام عدم الرجوع |
| Valve spring | سوست صمام عدم الرجوع |
| Pressure gauge | مانومتر للضغط |
| Thermometer | مقياس حرارة |
| Tapered dowel pill | مسمار زرجنة الغطاء |
| Drive pin | مسمار دليل |
| Oil drop indicator | زجاجة بيان |

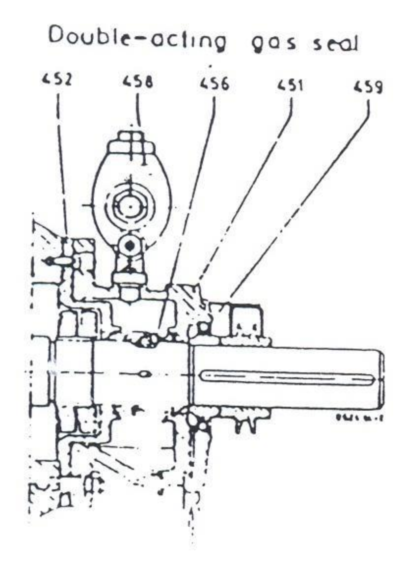


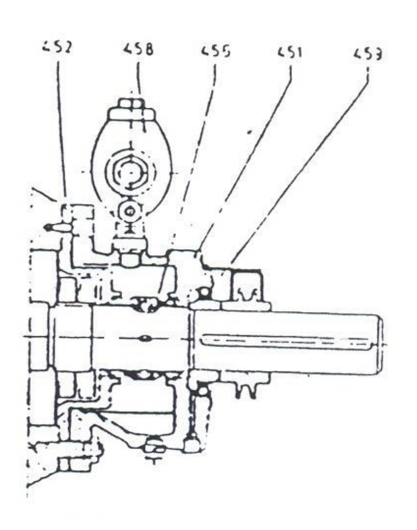

**رسم تفصيلي لأجزاء الضاغط الدوار**



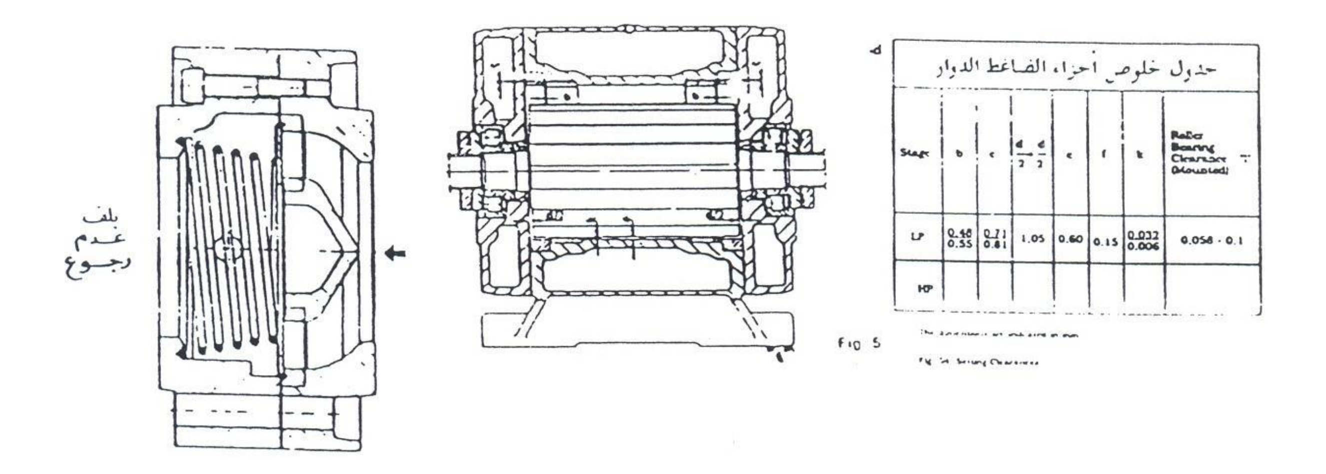

**قطاع لضاغط دوار بواسطة صندوق تروس**

**قطاع لضاغط دوار بواسطة سيور نقل حركة**




**قطاع لمانع التسرب ذو التأثير المزدوج**

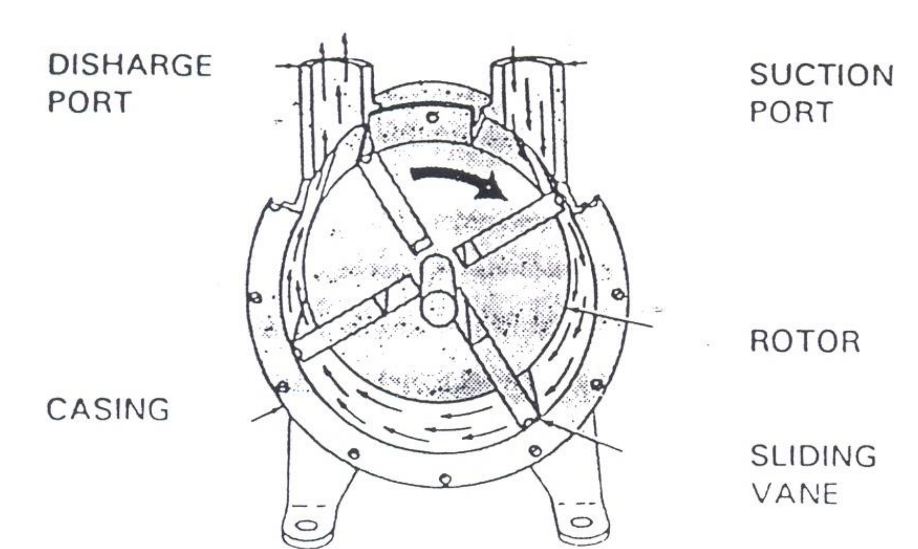


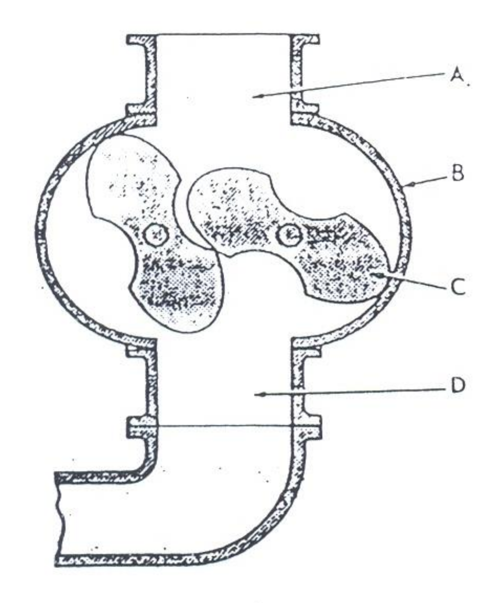

| جدول خلوص أجزاء الضاغط الدوار | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Stage | b | c | d/2 – d/2 | e | f | k | Roller Bearing Clearance (Mounted) |
| LP | 0.48 / 0.55 | 0.71 / 0.81 | 1.05 | 0.60 | 0.15 | 0.032 / 0.006 | 0.058 - 0.1 |
| HP | | | | | | | |

**الشكل رقم (11)**

**الشكل رقم (12)**

## ROTARY COMPRESSORS بعض أنواع الضواغط الدوارة

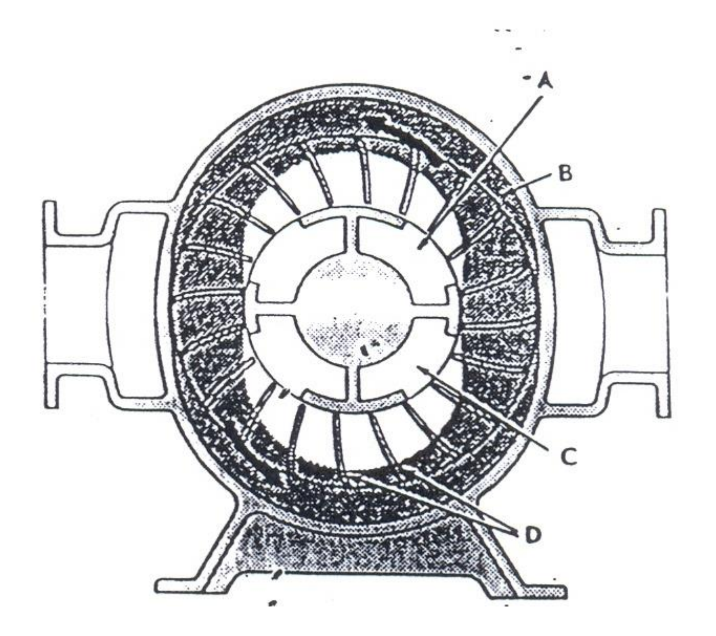



A. suction port
B. casing
C. lobe
D. discharge port



A. suction port
B. Liquid, or Water
C. discharge port
D. blades



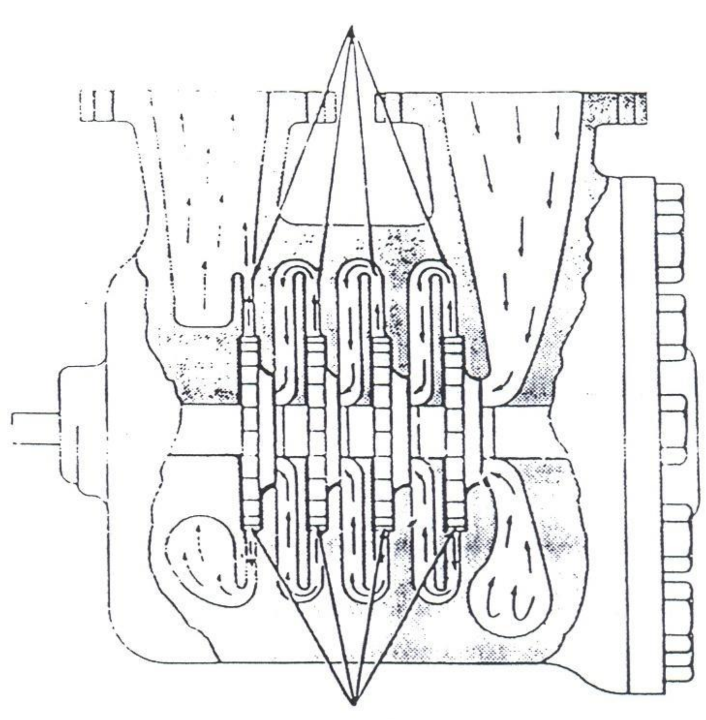
# الضواغط الطاردة المركزية CENTRIFUGAL COMPRESSORS

الضواغط الطاردة المركزية هي ماكينات تعتمد في عملها على السرعات العالية ( 3000 إلى 4000 لفة / دقيقة ) للمروحة أو الريش المتحركة لإعطاء الهواء أو الغاز نفس السرعات العالية وتحويلها إلى طاقة ضغط . وهي كثيراً ما تدار بواسطة تربينات غازية منها خصائص سرعة مماثلة أو تدار بواسطة محرك كهربائي مع مجموعة تغيير للسرعة .

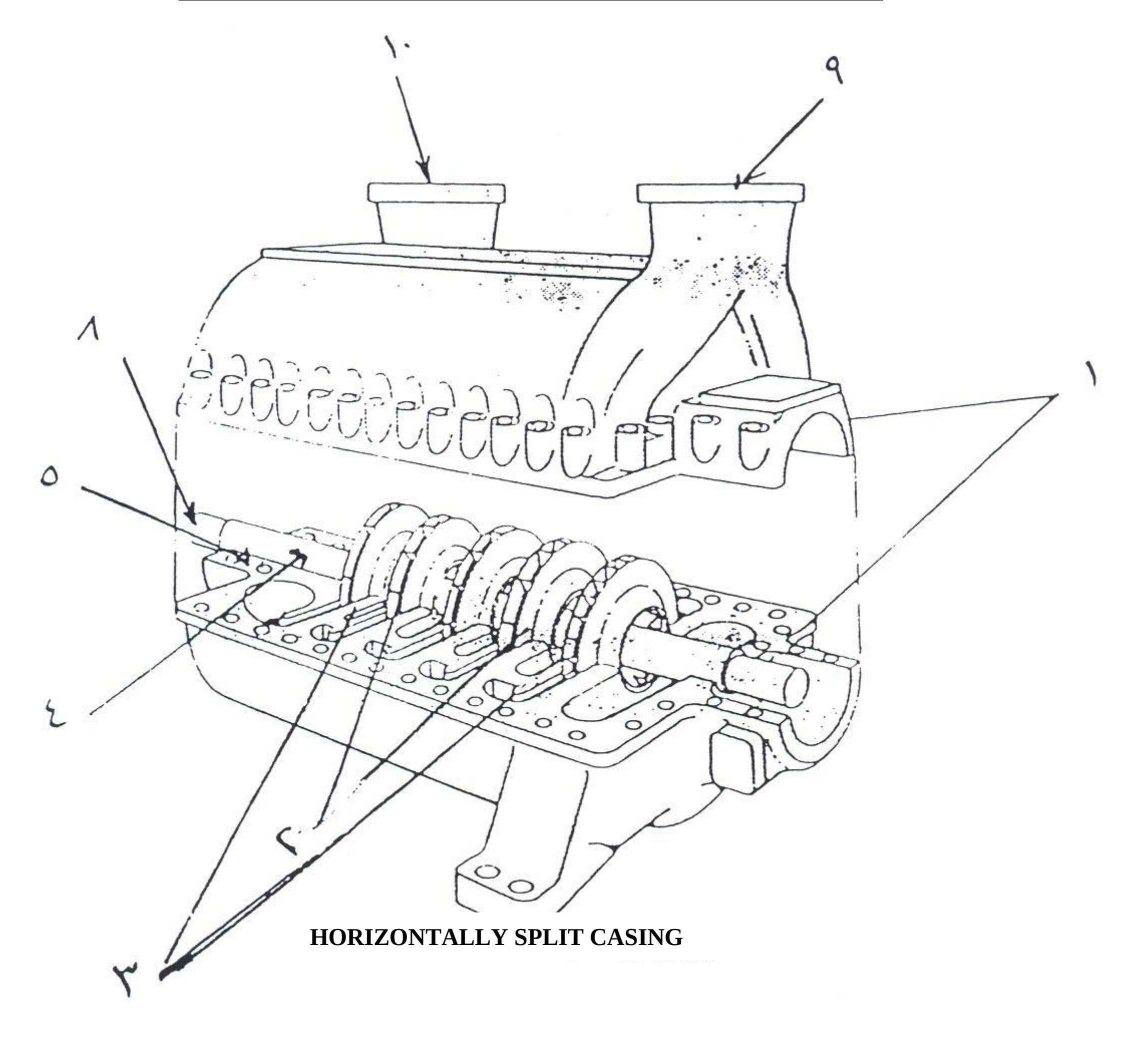
وتستخدم الضواغط الطاردة المركزية عندما تكون الكميات المطلوبة من الهواء أو الغاز كبيرة مع ضغوط منخفضة نسبياً .

## نظرية عملها :

تعمل نظرية القوة الطاردة المركزية الناتجة عن دوران المروحة حيث يدخل العواء أو الغاز من عين ( محور ) المروحة فيأخذ حركة دوران متجهاً إلى محيط المروحة بسرعة عالية فتقوم الحلقات الثابتة بجسم الضاغط ( الناشر ) لتحويل طاقة السرعة إلى طاقة ضغط .



# مكونـات الضواغط الطاردة المركزية ودراسة الأجزاء



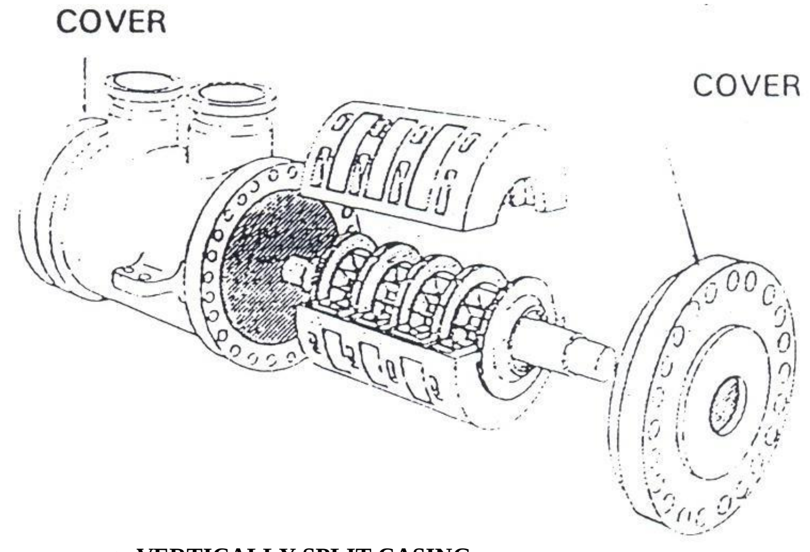
HORIZONTALLY SPLIT CASING

| | | | |
|---|---|---|---|
| MECHANICAL SEAL | (6) المانع الميكانيكي | CASING | (1) الجسم |
| BALANCING RINGS | (7) حلقات الاتزان | IMPELLERS | (2) المراوح |
| COUPLING | (8) وصلة نقل الحركة | DIFFUSER | (3) الناشر |
| SUCTION | (9) خط السحب | SHAFT | (4) العمود |
| DISCHARGE | (10) طرد | BEARING | (5) كراسي التحميل |

**مكونات وأجزاء الضاغط الطارد المركزي :**

**1. الجسم CASING :**

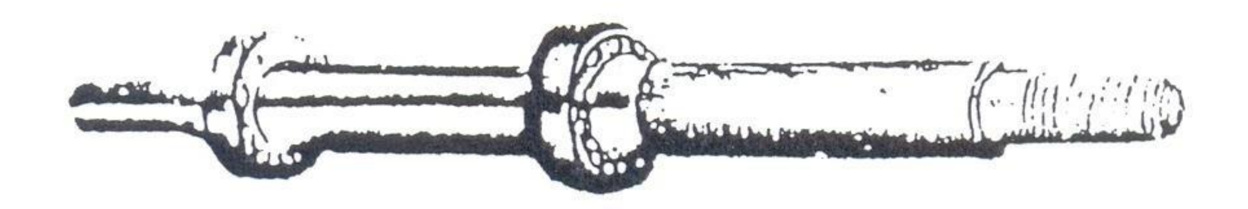
وهو الجسم الذي يحتوي على أجزاء الضاغط ويوجد به فتحات السحب والطرد وبالجسم تجويفات لمرور الهواء أو الغاز خلالها من مرحلة إلى أخرى أو إلى خط الطرد .




**VERTICALLY SPLIT CASING**

**2. العمود SHAFT :**

عبارة عن عمود محمل على كراسي تحميل ومتصل بالآلة المحركة عن طريق وصلة نقل حركة .

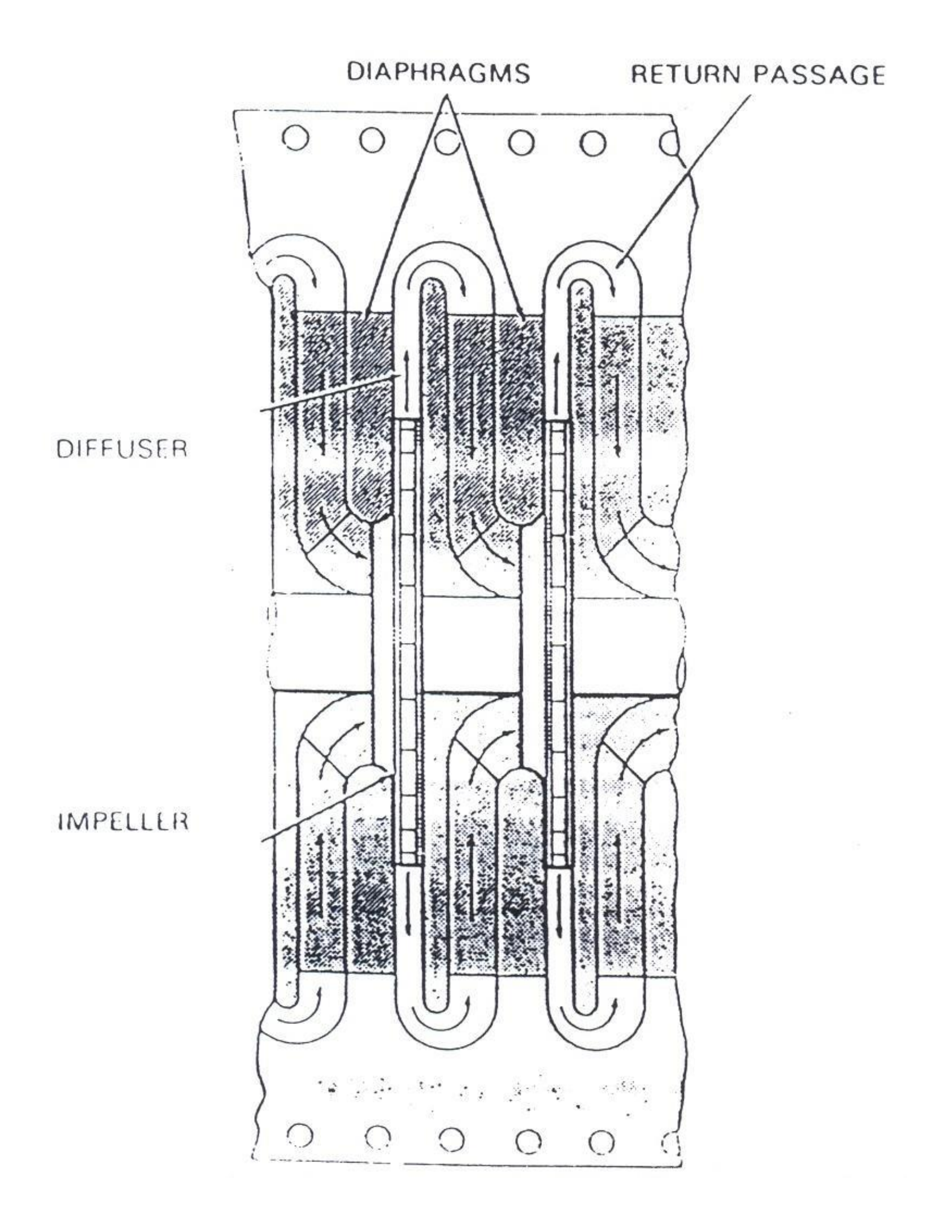


ويحمل العمود الأجزاء الدوارة :

( المراوح – الجزء المتحرك من مانع التسرب الميكانيكي – حلقات الإتزان )

## 3. الناشر DIFFUSER :

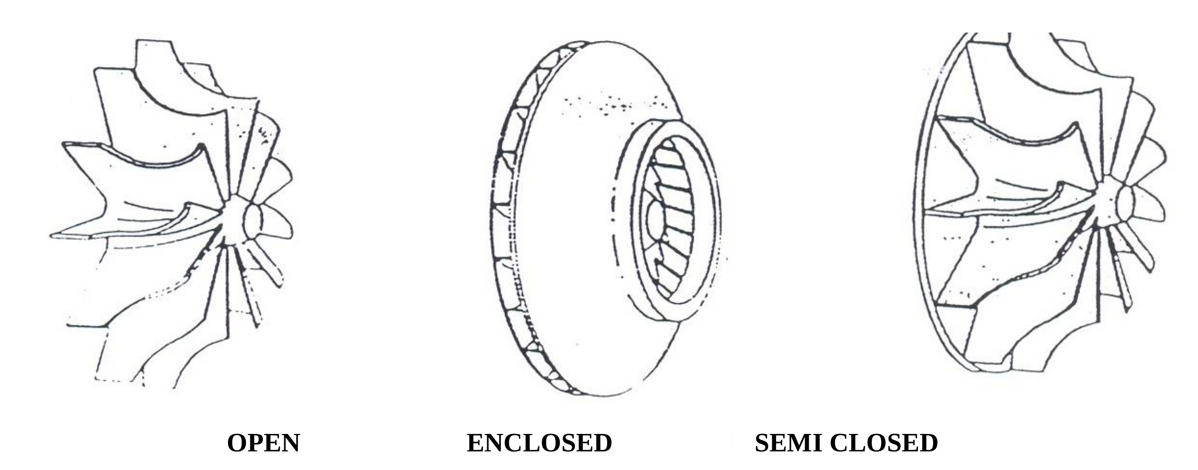
وهو عبارة عن قرص ثابت بالجدار الداخلي لجسم الضاغط به محموعة ريش اتجاهها عكس اتجاه ريش المحيط الخارجي للمروحة .




ويقوم بتحويل طاقة الحركة في الهواء أو الغاز إلى طاقة ضغط وتوجيه الهواء أو الغاز من مرحلة إلى المرحلة التي تليها أو إلى طرد الضاغط .

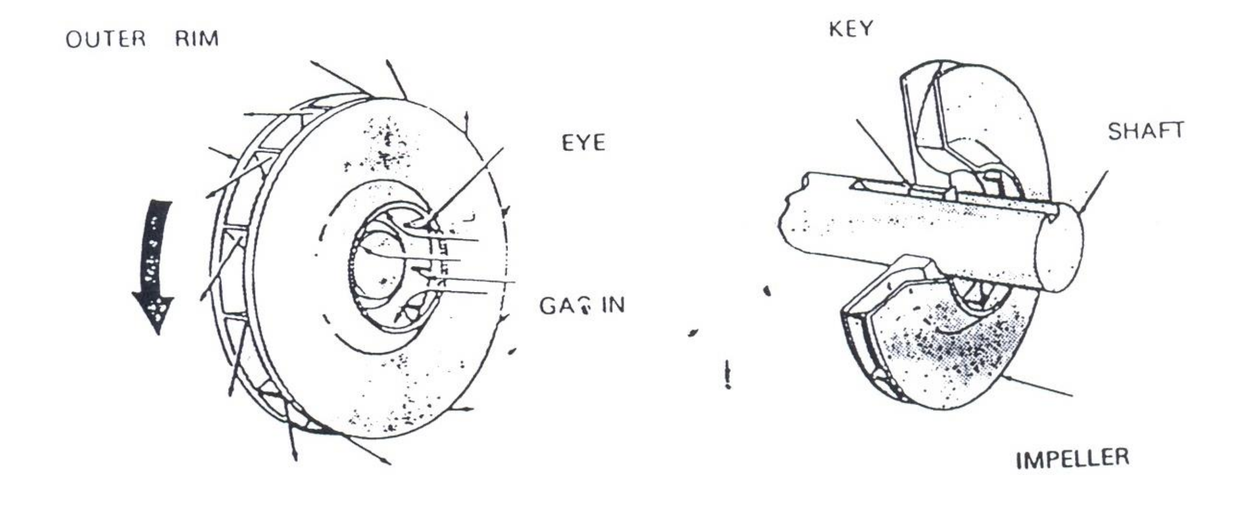
## 4. المراوح IMPELLERS :

وهي عبارة عن قرص مثبت عليه ريش أو قرصان وبينهما عدة ريش ذات زوايا معينة تعتمد على كمية التصرف والضغط المطلوب أو ريش بدون أقراص .



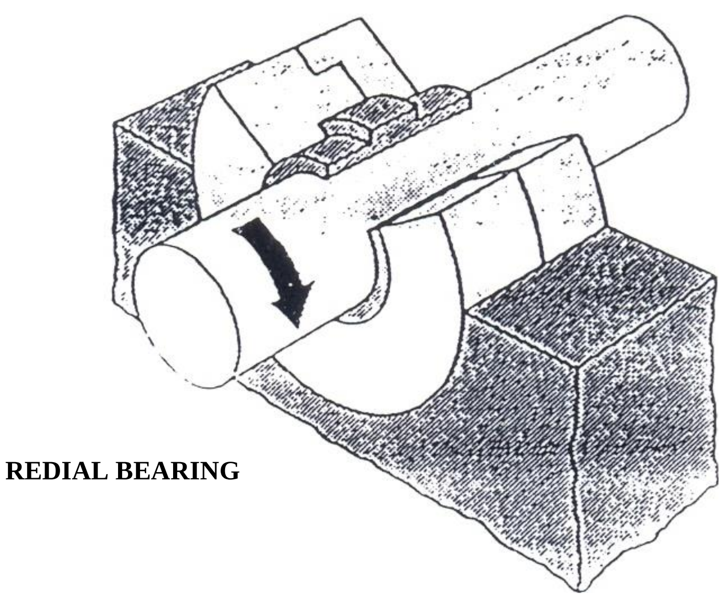
**OPEN** **ENCLOSED** **SEMI CLOSED**

- تأخذ المراوح حركتها الدورانية من العمود المثبتة عليه .
- تقوم المراوح بإعطاء الهواء أو الغاز الحركة السريعة فتزيد طاقة حركته .



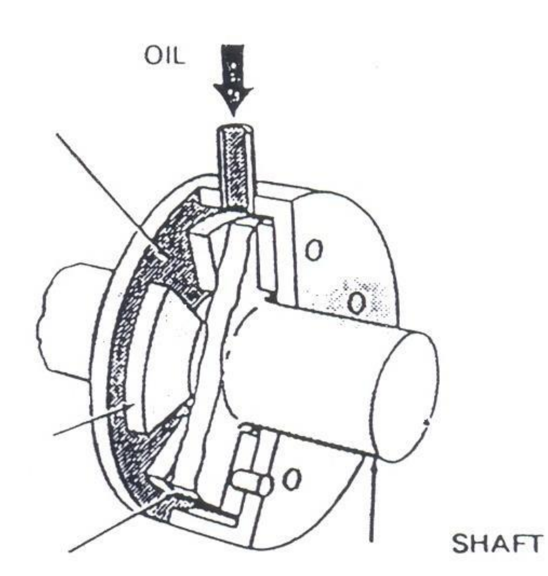
## 5. كراسى التحميل BEARING :

غالباً ما تكون جلب وهي عبارة عن سبيكة ذات قدرة عالية على تحمل الأحمال الكبيرة والدوران المستمر بسرعات عالية .



**REDIAL BEARING**

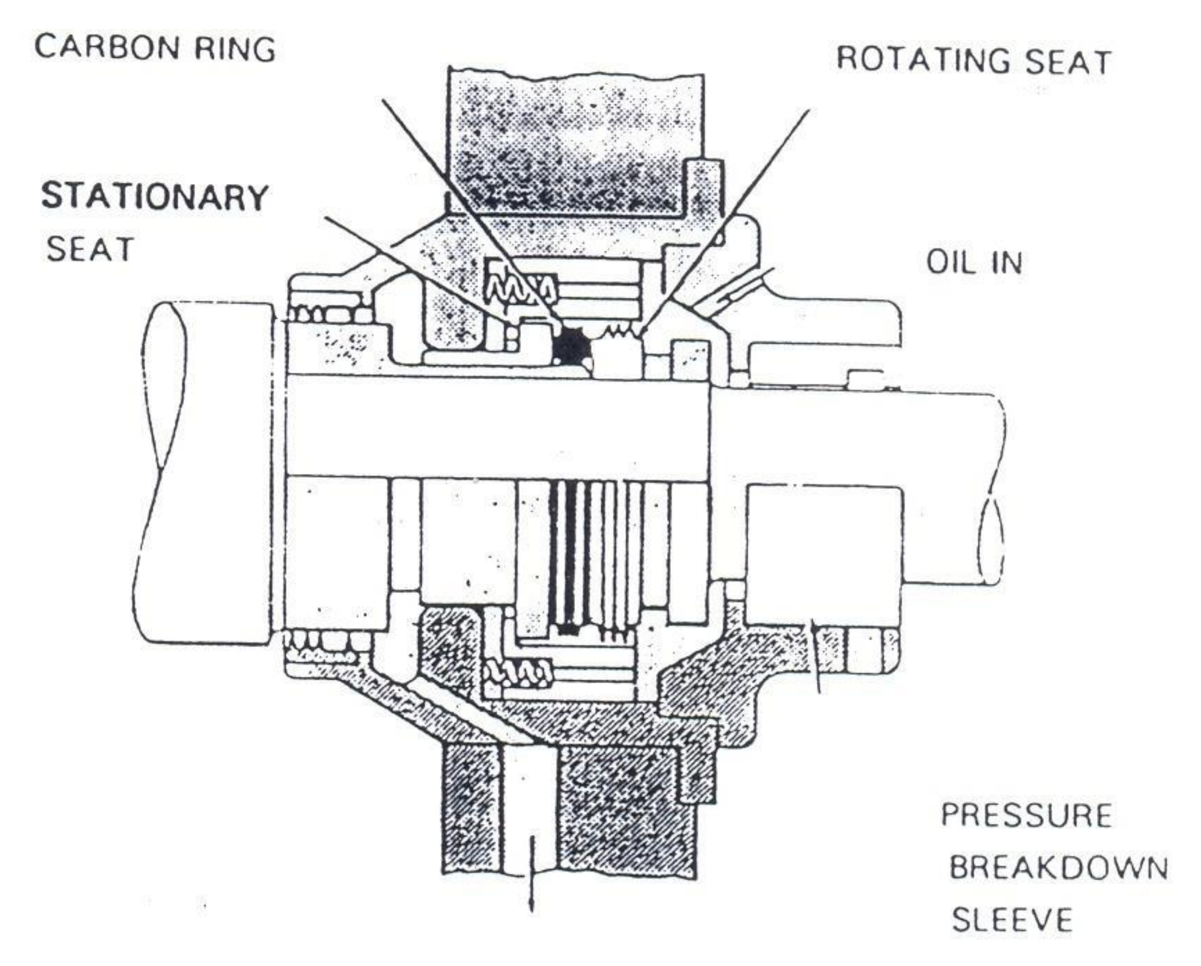
- تقوم كراسي التحميل لحمل العمود وعليه الأجزاء الدوارة RADIAL BEARING .
- كما تقوم بالمحافظة على العمود من التآكل أثناء حركته الدورانية السريعة عليه .
- كما تقوم بالمحافظة على الحركة المحورية للعمود THRUST BEARING.




THRUST BEARING

## 6. المانع الميكانيكى MECHANICAL SEAL :

ويتكون من جزءان أحدهما ثابت بجسم الضاغط حول فتحة العمود والجزء الآخر متحرك ويركب حول العمود ويأخذ نفس حركته الدوارة .

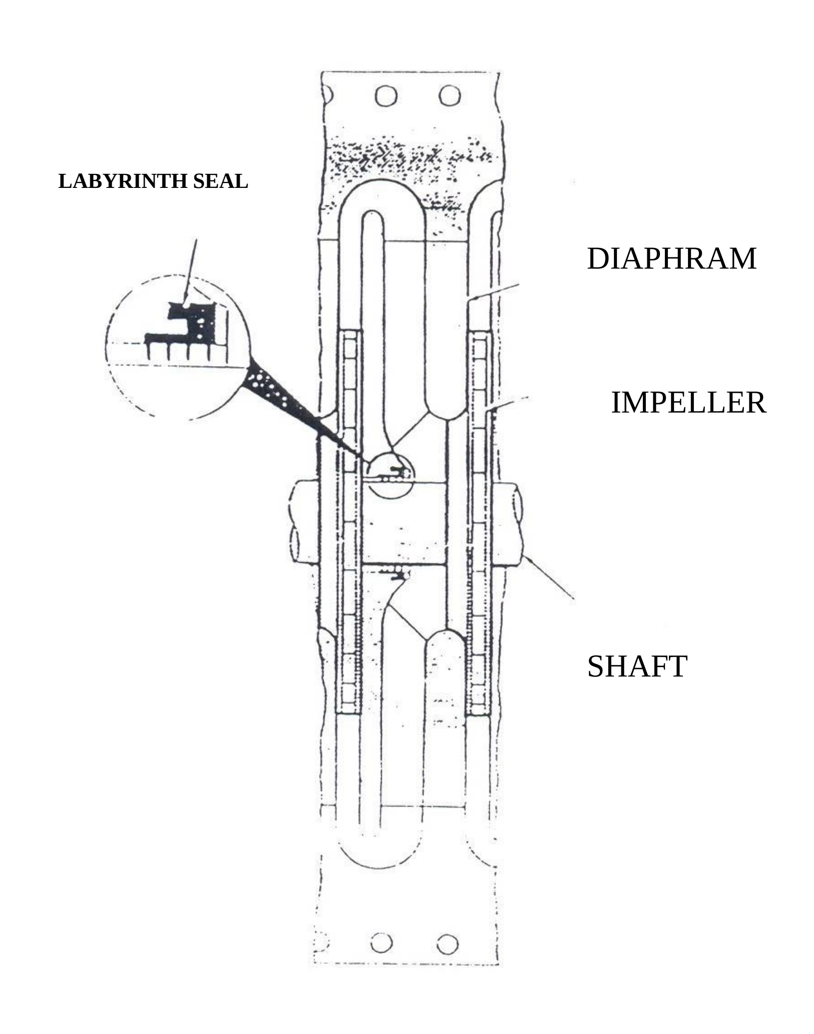


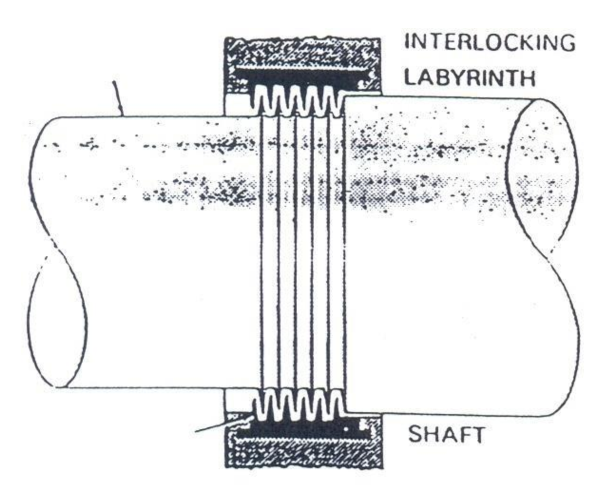

- يقوم المانع الميكانيكي بمنع تسرب الغاز خارج جسم الضاغط .

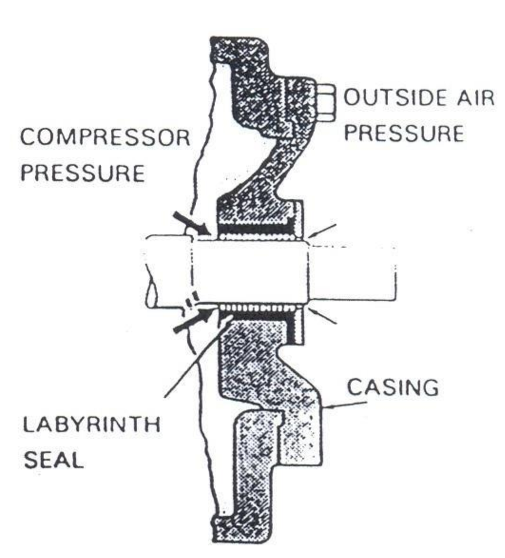
## 7. حلقات الإتزان BALANCING RINGS :

وتستخدم لتقليل قوة الدفع المحوري التي تحدث على العمود .

وتركب بين المراوح والناشر وكذلك بين الجسم والعمود لتقليل التسرب بين المراحل .


LABYRINTH SEAL
DIAPHRAM
IMPELLER
SHAFT


INTERLOCKING
LABYRINTH
SHAFT


OUTSIDE AIR
PRESSURE
COMPRESSOR
PRESSURE
CASING
LABYRINTH
SEAL

8. ملحقات الضواغط الطاردة المركزية :

أ- مكونات دورة الزيت :

1- مستودع الزيت .
2- مضخات الزيت .
3- خطوط توصيل الزيت إلى أماكن التزييت ( كرساي التحميل – المانع الميكانيكي )

ب- مكونات دورة مياه التبريد :

1- مبرد وخطوط مياه تبريد زيت التزييت .
2- خطوط تبريد جسم الضاغط .
3- خطوط تبريد الهواء أو الغاز .

ج- أجهزة التحكم والقياس والإنذار .

د- مجمعات الهواء أو الغاز .

هـ- مصيدة تكثيف الغازات .

و- صمامات الأمان على خط الطرد لكل مرحلة .

# الضواغط الطاردة المركزية ذات الإنسياب المحورى

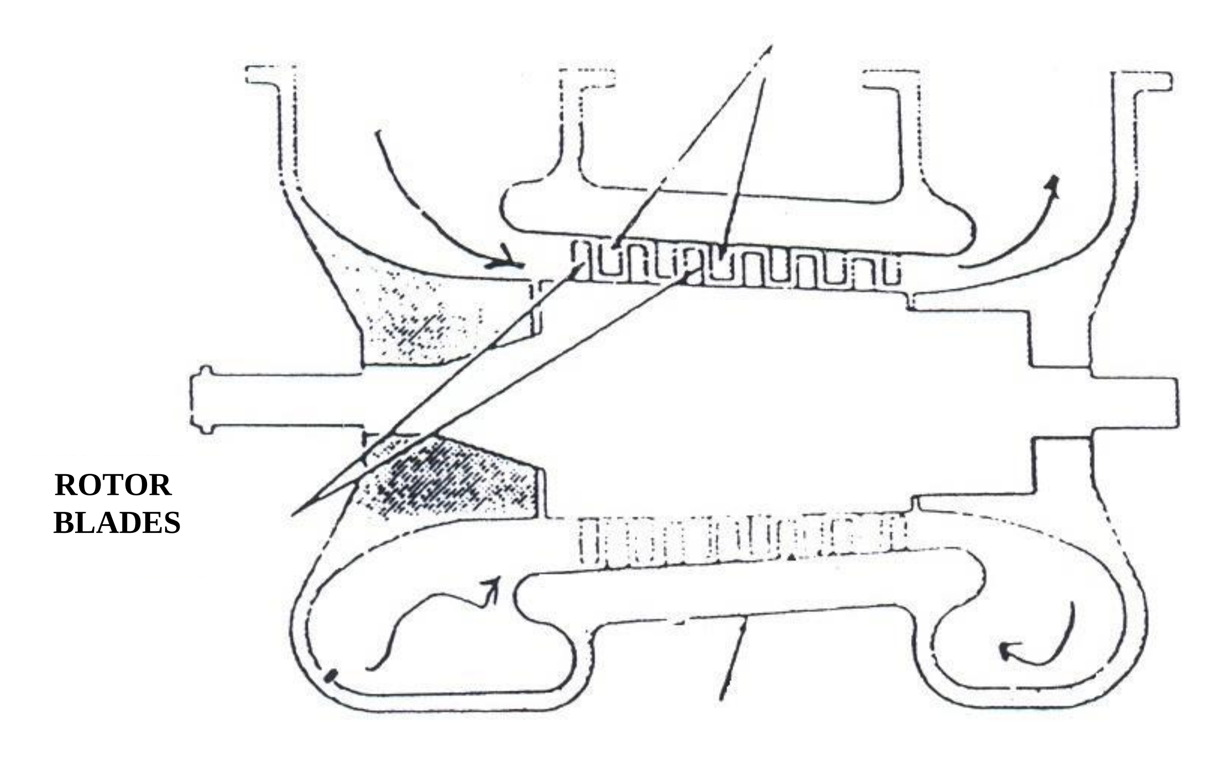
# AXIAL COMPRESSORS

## أ- نظرية عملها :

تعمل بنظرية القوة الطاردة المركزية في اتجاه نصف القطر حيث تعطي الريش المتحركة طاقة حركة للغاز فيندفع بسرعة عاية إلى الريش الثابتة التي تحول طاقة الحركة إلى طاقة ضغط عن طريق الديفيوزر والجزء الثابت يعمل كفوهة لكي يوجه الغاز إلى المراحل المتتالية للجزء الدوار .

## ب- استخداماته :

يستخدم في معدلات السريان لأعلى من 125.000 قدم مكعب / دقيقة حيث أن الضواغط الطاردة المركزية يكون لها أكبر استفادة من 800 إلى 125000 قدم مكعب / دقيقة .



**ج- مكوناته :**

1- **الجسم CASING :**

وهو جسم الضاغط الخارجي الذي يحوي الأجزاء الداخلية للضاغط .

2- **العمود SHAFT:**

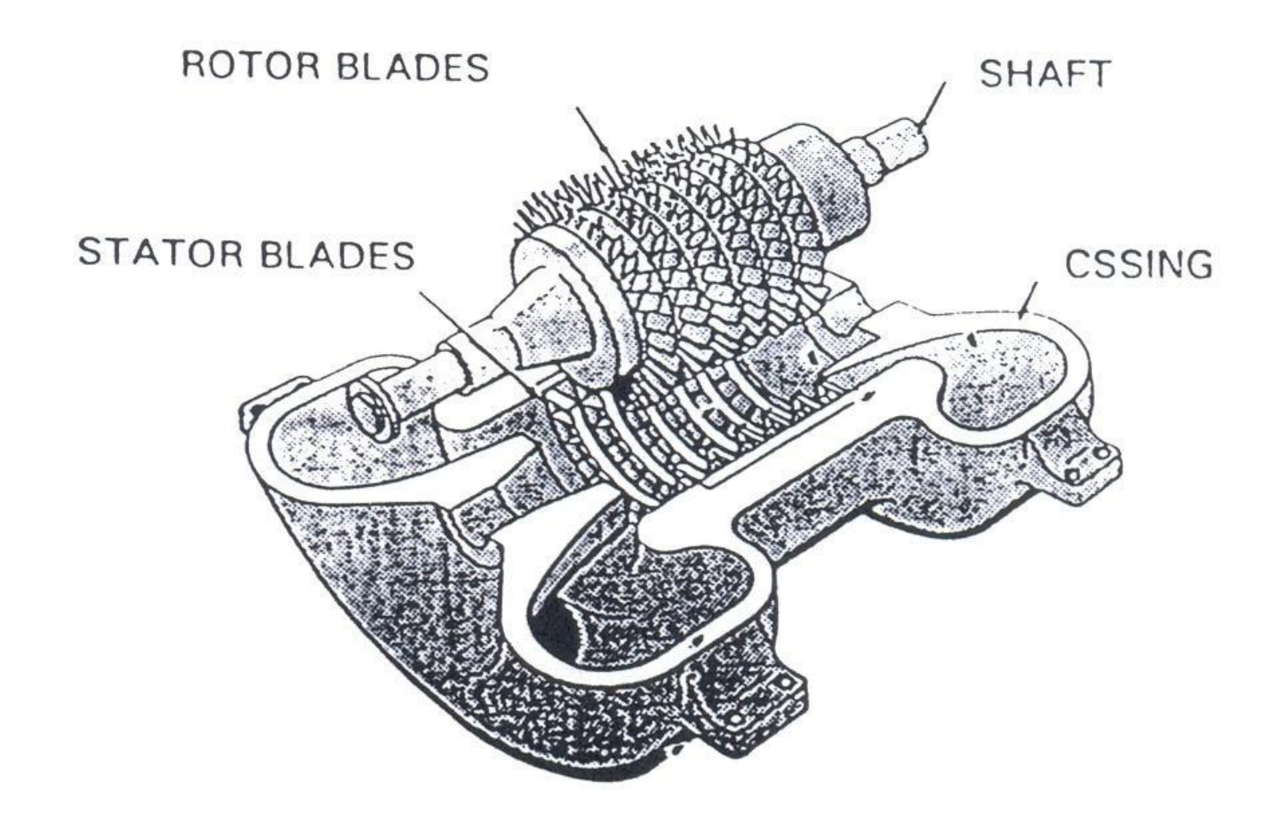
يحمل الأجزاء الدوارة ويرتكز على كرساي محاور .

3- **الريش المتحركة :**

وهي عبارة عن ريش مفتوحة مثبتة على العضو المتحرك الدوار وهي التي تعطي طاقة الحركة للغاز .

4- **الريش الثابتة STATOR VANES :**

وهي عبارة عن ريش تقوم بعمل الديفيوزر ( الناشر ) الذي يحول طاقة الحركة إلى طلقة ضغط وبها جزء انسيابي يعمل كفوهة لتوجيه الغاز من مرحلة إلى المرحلة التالية لها .



5- **كراسي التحميل :**

وهي من حلب عبارة عن سبيكة أو غالباً ما يكون رولمان بلي وتقوم بحمل العمود بالعضو الدوار وعليه الريش المتحركة .

6- **مانع التسرب MECHANICAL SEAL :**

ويقم على منع تهريب الغاز خارج الضاغط .

7- **وسيلة نقل الحركة :**

وهي إما أن تكون وصلة مرنة أو سيور أو تروس وتقوم بنقل الحركة من المحرك إلى العمود .

| Description | |
|---|---|
| BLOWERS | نفاخات |
| COMPRESSORS | ضواغط |
| CENTRIFUGAL COMPRESSORS | ضواغط طاردة مركزية |
| RECIPROCATING COMPRESSORS | ضواغط ترددية |
| ROTARTY COMPRESSORS | ضواغط دوارة |
| COMPRESSOR CASING | جسم الضاغط |
| CASING | جسم |
| IMPELLER | مروحة |
| DIFFUSER | ناشر |
| SHAFT | عمود |
| BEARING | كرساي تحميل |
| MECHANICAL SEAL | المانع الميكانيكي |
| SUCTION | السحب |
| DISCHARGE | الطرد |
| MULTI – STAGE | متعدد المراحل |
| OIL PUMP | مضخة زيت |
| BALANCING RINGS | حلقات الاتزان |
| COUPLING | وصلة نقل الحركة |